

Tekijä, työn nimi Kimmo Pelander

Alkali- ja happamien vaikutus voimakkuudessa

Päivämäärä: 24.4.1995

Sivumäärä: 55

Osasto, laitos, professuuri
Prosessi- ja materiaalitekniikan osasto
Puunjalostustekniikan laitos
Puu-23 Selluloosatekniikka

Työn valvoja

Työn ohjaaja

Prof. Johan Gulichsen

DI Kaija Pehu-Lehtonen

Työssä selvitettiin, voidaanko jatkuvatoimisen keittimen tuottaman havupuumassan lujuusominaisuuksia parantaa muuttamalla alkalijakoa imeyttimeessä ja keittimessä. Kirjallisessa osassa tutkittiin vuosina 1987-1995 julkaistuja tutkimuksia jatkuvatoimisen keiton modifikaatioista. Modifikaatioiden avulla päästään selektiivisempään keittoon ja niitä sovelletaan laajasti. Työssä kuvattujen MCC-, EMCC-, ITC- ja Lo-Solids-keittotapojen eräs olennainen piirre on alkalien jakaminen useaan keiton kohtaan.

Kokeellisessa osassa suoritettiin kahdeksan koeajojaksoa tehdasolosuhteissa. Koeajomassojen rejektiosuudet ovat korkeita ja rejektimäärän vaihtelu on suurta. Hakkeen kuusiosuus tai massan kuitupituus eivät näytä selittävän lujuuden vaihteluita massassa. Kappaluvun vaihtelu arvosta 25 arvoon 30 ei vaikuta merkittävästi tehdasmassan lujuuteen. Lujuudeltaan korkeimmat ruskeat massat saatiin alkali- ja happamien, jossa imeyttimeen syötetään 45 % alkalista, jolloin myös rejektiosuus pysyy kohtuullisella tasolla. Jos alkalia annostellaan alle 40 % imeyttimeen alkavat rejektimäärät kasvaa. Alkalien jakosuhteella imeyttimeen syötön ja imeyttimeen kierron välillä ei ole suurta vaikutusta. Hyvät lujuusarvot säilyvät myös valkaistulla massalla. Erilaisilla alkali- ja happamien keitetyillä massoilla ei ole merkittäviä eroja jauhautuvuudessa. Hiilihydraattikoostumuksessa on havaittavissa pieniä eroja alkali- ja happamien muuttuessa, mutta merkittäviä saantoeroja ei havaittu eri ajomallien välillä. Imeyttimen nestepuusuhteen nostolla on positiivinen vaikutus massan lujuusominaisuuksiin. Alkali- ja happamien muutokset eivät huonontaneet keittimen ajettavuutta.

ALKUSANAT

Tämä diplomityö on tehty Kymin Paperiteollisuus Oy:n Kuusanniemen sellutehtaalla kesäkuun 1994 ja huhtikuun 1995 välisenä aikana. Kiitän työni valvojaa professori Johan Gullichsenia ja työni ohjaajaa diplomi-insinööri Kaija Pehu-Lehtosta sekä kaikkia, jotka ovat auttaneet minua työn tekemisessä.

Kuusankoskella 18.5.1995



Kimmo Pelander

TIIVISTELMÄ

SISÄLLYSLUETTELO

	Sivu
1 JOHDANTO	1
2 JATKUVATOIMISEN KEITTIMEN RAKENNE	1
3 PERINTEINEN AJOTAPA	5
4 MCC-KEITTOTAPA	6
5 EMCC-KEITTOTAPA	16
6 ITC-KEITTOTAPA	18
7 LO-SOLIDS KEITTOTAPA JA MUSTALIPEÄKÄSITTELY	22
KOKEELLINEN OSA	
8 KÄYTÖSSÄ OLEVA KEITTOTAPA	27
9 KOEAJOJEN TAVOITE	27
10 KOEAJOJEN TULOKSET	27
10.1 Ajomallit ja näytteenotto	27
10.2 Lujuussaanto	29
10.3 Rejektit	31
10.4 Lipeiden analyysitulokset	33
10.5 Raaka-aineen vaikutus massan laatuun	40
10.6 Ruskean massan ominaisuudet	43
10.7 Valkaistun massan ominaisuudet	48
10.8 Prosessissa tapahtuvat vaihtelut	50
11 YHTEENVETO	51
12 EHDOTUKSET JATKOTOIMENPITEILLE	52
LÄHDELUETTELO	
LIITTEET	

1 JOHDANTO

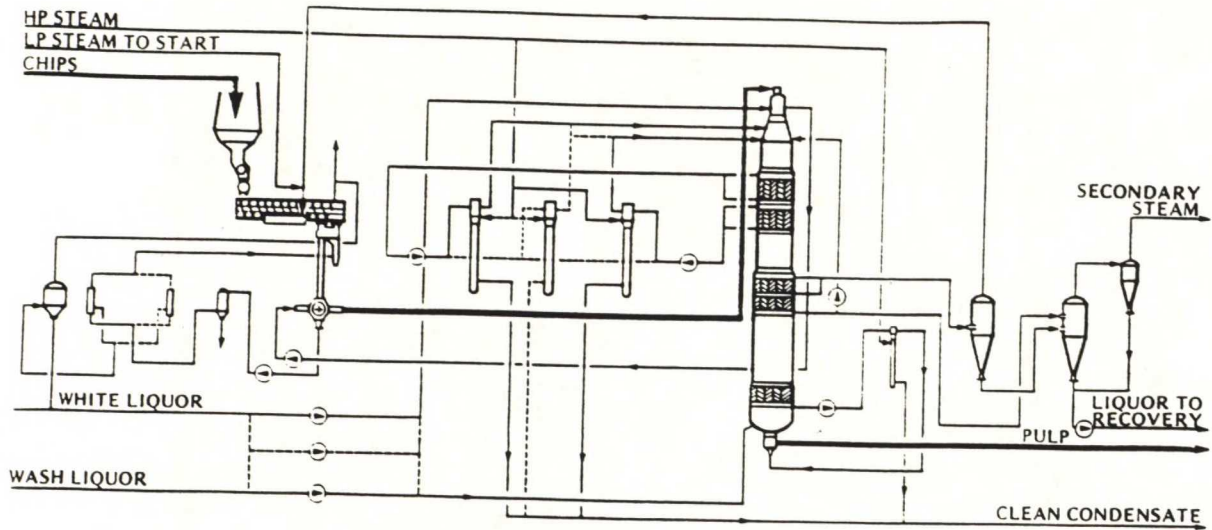
Jatkuvatoiminen keitto on saanut viime aikoina monia eri muunnelmia. Näiden muunnettujen ajomallien tavoitteena ovat keiton jatkaminen pidemmälle lujuuden kärsimättä, massan valkaistavuuden parantaminen, saannon parantaminen ja tehtaan ympäristövaikutusten minimointi. MCC-, EMCC-, ITC- ja Lo-Solids keittomenetelmille on yhteisenä tekijänä pyrkimys alkaliprofiilin tasoittamiseen, jotta keitto saataisiin hellävaraisemmaksi kuituja kohtaan ja loppuvaiheen ligniinikonsentraation alentaminen valkaistavuuden parantamiseksi. Lisäksi kaikissa muunnelmissa MCC-keittotapaa lukuunottamatta pyritään alentamaan keittolämpötilaa jatkamalla keittoa hi-heat-pesuvyöhykkeessä. Keittomuunnoksilla on saatu hyviä tuloksia lujuuden ja valkaistavuuden suhteen tehdasajoissa ja useat kymmenet keittimet soveltavat näitä muunnelmia jatkuvasti. Yleensä jatkuvatoimiset keittimet soveltuvat muunnettuihin keittotapoihin melko pienellä muutosinvestoinnilla. Vanhoilla keittimillä saattavat kuitenkin keittimen dimensiot kuten poikkileikkauksen pinta-ala olla esteenä muutoksille. Kokeellisessa osassa pyrittiin parantamaan Kuusanniemen sellutehtaan havupuumassan lujuutta alkalijakoa muuttamalla.

2 JATKUVATOIMISEN KEITTIMEN RAKENNE

Jatkuvatoimiset keittimet voidaan jakaa neljään päätyyppiin [1]:

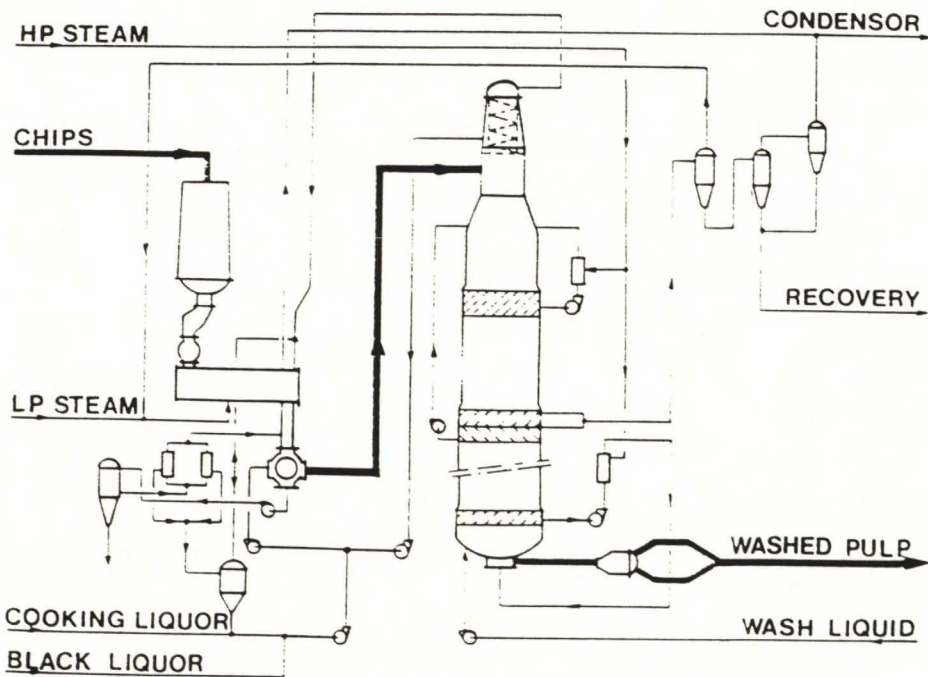
1. Yksiastiahydraulikeitin
2. Kaksiastiahydraulikeitin
3. Yksiastiahöyrynestefaasikeitin
4. Kaksiastiahöyrynestefaasikeitin

Yksiastiahydraulikeitin on vanhin keitintyyppi (Kuva 1). Sen etuina ovat hyvä sopeutuvuus eri puulajeille ja hyvä lämpötalous. Keitin on jaettu imeytys-, keitto- ja pesuvyöhykkeeseen. Imeytyksen ansiosta myös vaikeasti imeytyvistä puulajeista saadaan pieni rejektipitoisuus [1]. Lämmitys imeytys- ja keittovyöhykkeen välillä tapahtuu ylemmän ja alemman keittokierron lämmönvaihtimissa. Tämän keitintyyppin haittana on se, että se on altis tukkeutumille, jotka pienentävät keittokiertojen virtausta ja siten vaikeuttavat tasaista lämmitystä. Suuren kapasiteetin saavuttamiseksi tarvitaan suuri keittimen halkaisija ja hyvin suuret kiertovirtaukset. Tasainen lämmön jakautuminen läpi poikkipinnan tulee vaikeaksi, minkä takia tämä keitintyyppi ei sovi hyvin suurille kapasiteeteille [2].



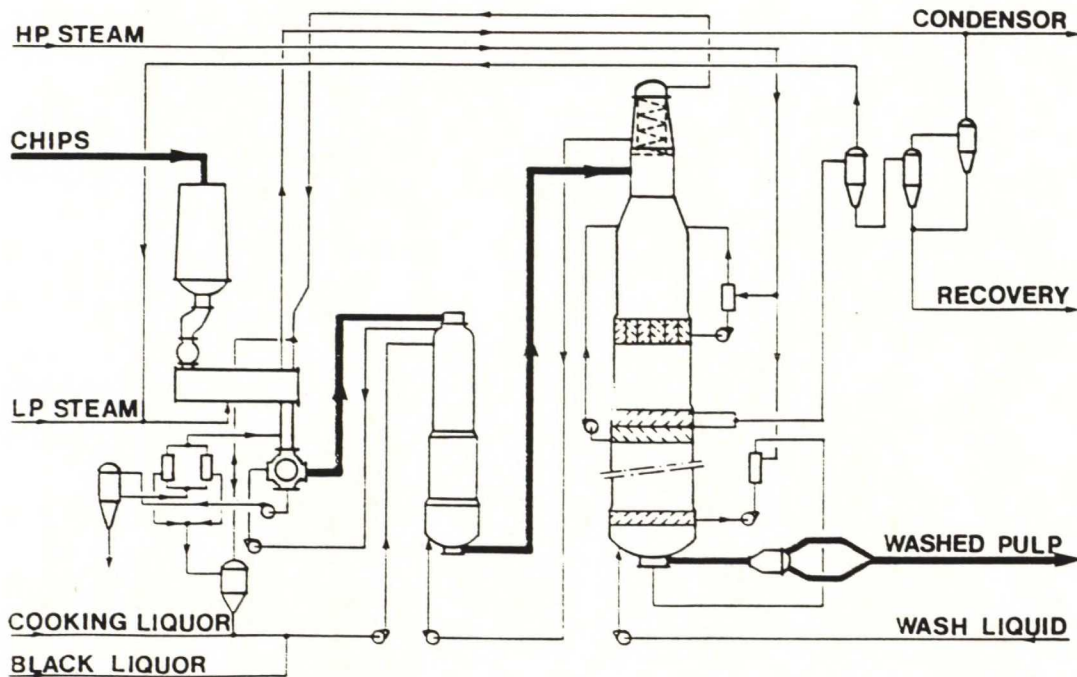
Kuva 1. Yksiastiahydraulikeitin [1].

Seuraavaksi kehitetty keitintyyppi on yksiastiahöyrynestefaasikeitin (Kuva 2). Tässä keitintyyppissä lämmitys tapahtuu suoralla höyryllä keittimen huippuun, jonka seurauksena lämpötilaprofilli läpi keittimen poikkileikkauksen on tasainen. Tämän ansiosta keitintyyppi sopii suurille tuotannoille ja se ei ole herkkä tukkeumille tai hakelaaadun vaihteluille. Koska imeytystä ei ole, käytetään tätä keitintyyppiä lähinnä lehtipuun keittoon. Keittimen yksinkertaisen rakenteen ansiosta tämä keitintyyppi on halvin rakentaa, mutta sen lämpötalous on hieman huonompi kuin yksiastiahydraulikeittimellä.

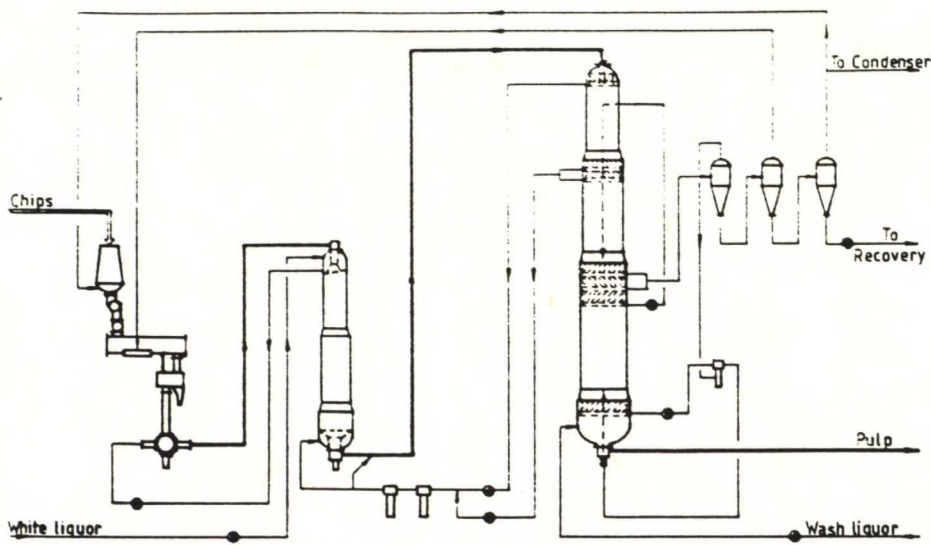


Kuva 2. Yksiastiahöyrynestefaasikeitin [1].

Kaksiastiahöyrynestefaasikeitin on kuvassa 3. Se on yleisin keitintyyppi Skandinaviassa, koska erillisen paineimeyttimen ansiosta se sopii hyvin havupuun keittoon [1]. Tässä keittimessä on höyryfaasi huipussa ja painetta ylläpidetään yläosaan johdettavalla suoralla höyryllä ja kompressorilla [2]. Kaksiastiarakenteen ansiosta saadaan alhainen rejektin määrä ja hyvä massan laatu. Epäsuora lämmitys siirtokierrossa parantaa lämpötaloutta merkittävästi. Kaksiastiahöyrynestefaasikeitin sopii sekä havu- että lehtipuulle ja se voidaan rakentaa kaikille kapasiteeteille.

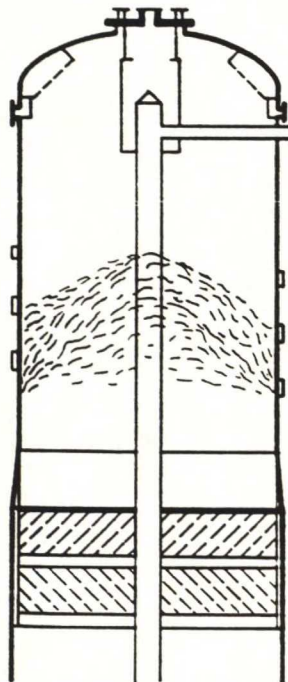


Kuva 3. Kaksiastiahöyrynestefaasikeitin [1].



Kuva 4. Kaksiastiahdraulikeitin [1].

Kuvassa 4 esitetään kaksiastiahdraulikeitin. Tätä keitintyyppiä on rakennettu pääasiassa Pohjois-Amerikkaan [1]. Se on kallein keitintyyppi, mutta sen etuina ovat hyvä lämpötalous, mahdollisuus suureen kapasiteettiin, kaksiastiakeitin hyvä imeytys ja sopivuus erilaisille puulajeille [2]. Hydraulikeittimen syöttölinja on samanlainen kuin höyrynestefaasikeittimen. Keittolipeä lämmitetään keittolämpötilaan kahdella siirtokierron sarjaan kytketyllä lämmönvaihtimella. Imeyttimen valepohjalla estetään kuuman lipeän joutuminen imeyttimeen. Keittimen paine pidetään yllä korkeapainepumpuilla. Keittimessä ei ole tavallista yläruuvia. Lipeä ja hake syötetään keittimen yläosaan sisäisen sylinterin kautta (Kuva 5). Siirtolipeä poistetaan sihdin kautta, joka on keittimen yläosassa. Keittimen huipussa on siis lipeävirta ylöspäin ja hakevirta alaspäin. Taulukossa 1 esitetään jatkuvatoimisten keittimen kapasiteetin jakautuminen vuonna 1988 eri keitintyyppien mukaan.



Kuva 5. Kaksiastiahdraulikeittimen yläpää [2].

Taulukko 1. Tuotantokapasiteetin kasvu eri jatkuvatoimisilla keitintyypeillä [1].

Development of Kamyr digester systems

	Total capacity Million tons/ year		
	1970	1975	1988 (10th Feb.)
HYDRAULIC			
Conventional	28.3	32.9	35.9
Two vessel	-	-	5.9
STEAM PHASE			
Single vessel	2.0	3.5	6.9
Two vessel	1.1	3.6	10.9
TOTAL	31.4	40.0	59..6

3 PERINTEINEN AJOTAPA

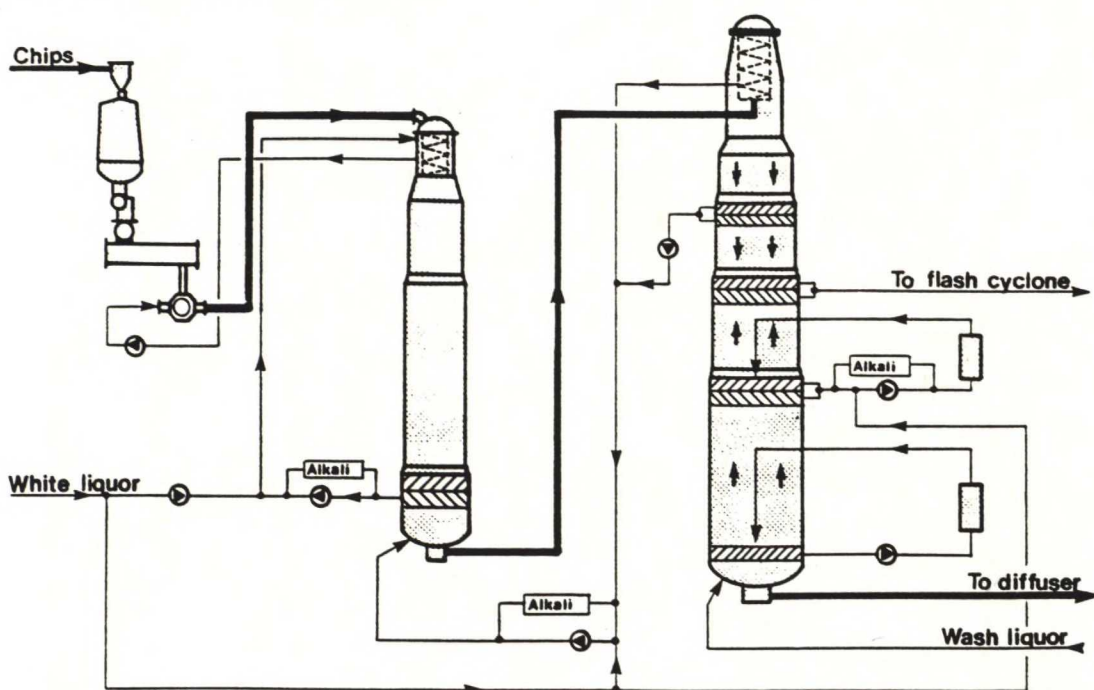
Hake kuljetetaan hakesiiloon ja edelleen hakemittariin, jonka kierrosnopeus määrittää keittimen tuotannon. Tämän jälkeen hake putoaa matalapaineikiikkiin, jonka tehtävänä on estää pasutusastian höyrynpaineen purkautuminen. Pasuttimessa haketta lämmitetään paisunnasta saatavalla höngällä ja matalapainehöyryllä ilman poistamiseksi. Pasuttimesta hake putoaa romuloukkuun, josta syöttökaulan kiertoliipeä siirtää hakkeen syöttökaulaan. Syöttökaulasta hake siirretään korkeapaineikiikin ja imeyttimeen syöttökierron avulla imeyttimeen. Imeyttimessä hake imeytetään keittoliipeällä 6-8 barin paineessa ja 110-120 asteen lämpötilassa. Siirtokierto siirtää hakkeen keittimeen. Keittimen lämpötilaa säädellään tasauskierron avulla. Tasauskierron sihtien alapuolella ovat paisuntasihdit, joiden läpi imetään paisuntaan ja sieltä edelleen haihdutukseen menevä lipeä. Keittovyöhykkeen alapuolella on hi-heat-pesuvyöhyke, jossa pohjaan johdettu kylmempi pesuliipeä syrjäyttää vastavirtaan keittoliipeän. Lähellä keittimen pohjaa olevasta pesukiertosihdistä imetään lipeää pesukiertoan, jossa lipeää lämmitetään lämmönvaihtimen avulla. Keittimen pohjasta massa pusketaan keittoa seuraavaan pesuvaiheeseen. Kaksiastiaisen keittimen perinteisessä ajotavassa kaikki alkali syötetään imeyttimeen yläosaan. Keittimessä ei ole vastavirtakeittovyöhykettä.

4 MCC-KEITTOTAPA

Muunnettuja keittotapoja käytetään, jotta päästäisiin selektiivisempään ligniininpoistoon [3]. Seuraavat neljä periaatetta ovat avainasemassa haluttaessa parantaa keiton selektiivisyyttä [4]:

1. Alkaliprofiilin olisi oltava mahdollisimman tasainen keiton aikana
2. Vety sulfidi-ionipitoisuuden tulisi olla korkea keiton alkuvaiheessa
3. Ylimmän keittolämpötilan tulisi olla mahdollisimman alhainen
4. Ligniinipitoisuus tulisi olla alhainen keiton loppuvaiheessa

MCC-keittotavalla tarkoitetaan modifioitua vuokeittoa. Kuvassa 6 esitetään MCC-keittimen kaaviokuva.



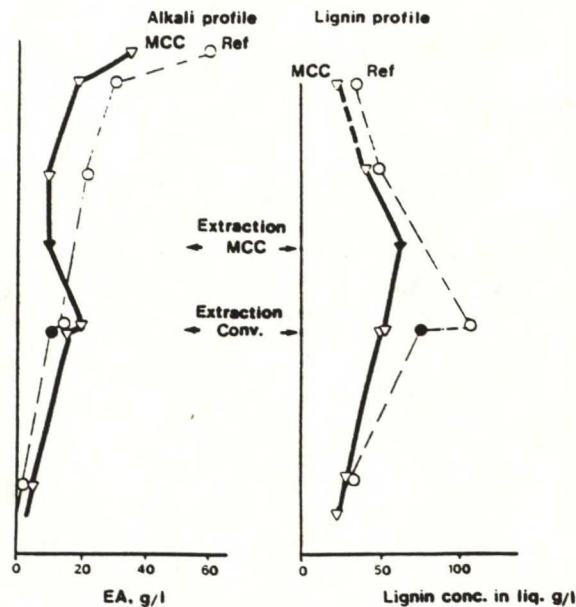
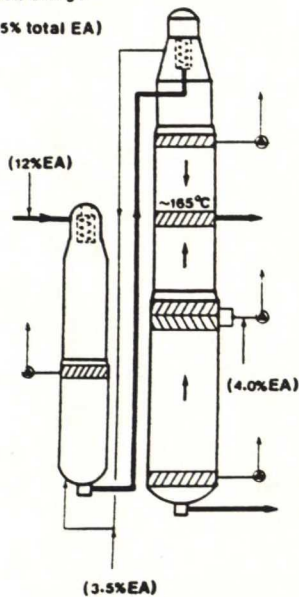
Kuva 6. MCC-kaksiastiahöyrynestefaasikeitin [5].

MCC-keitossa valkoliipeä annostellaan konventionaalisesta keitosta poiketen kolmeen kohtaan [5,6]. Ensimmäinen alkaliannos lisätään imeyttimeen syöttöön konventionaalisen keiton tapaan, mutta annos on pienempi alhaisemman lähtöalkalipitoisuuden saavuttamiseksi. Tällöin on vaarana, että alkalipitoisuus laskee liian alhaiseksi imeytyksen lopussa. Tämän estämiseksi kierrätetään imeyttimeen pohjasta osa nesteestä takaisin syöttöön, jolloin alkaliprofiili tasoittuu. Toinen alkaliannos lisätään siirtokiertoon. Keitto tapahtuu aluksi tavanomaiseen tapaan myötävirtaan, mutta loppuvaiheessa myös vastavirtaan. Kolmas alkaliannos lisätään vastavirtakiertoon. Sopiva alkalijako on noin 65 % syöttöön, 15 % siirtokiertoon ja 20 % vastavirtavaiheeseen [2]. Keittoaika on kolmasosan pidempi MCC-keitossa kuin konventionaalisessa keitossa kaksiastiahydraulikeittimen tapauksessa [7].

Alkaliprofiili läpi imeyttimen ja keittimen on MCC-keitossa tasaisempi kuin konventionaalisessa keitossa kuten selviää kuvasta 7.

Modified (MCC) cooking

Alkali charge
(19.5% total EA)

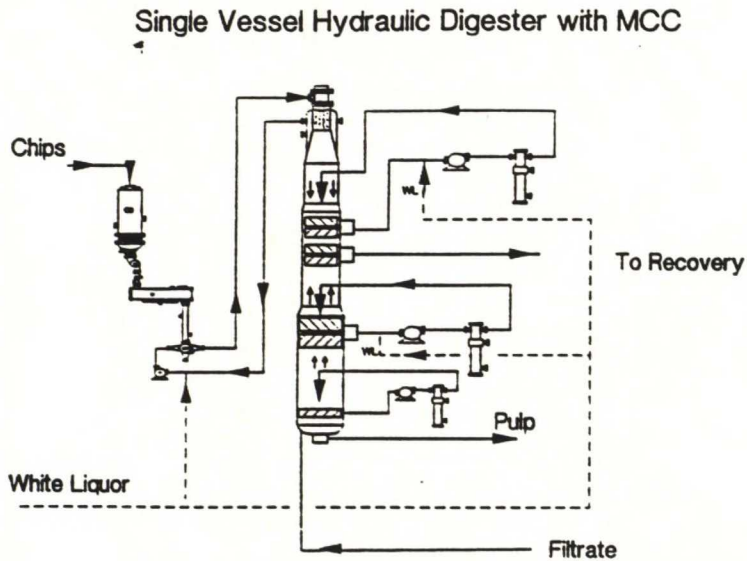


Kuva 7. MCC-keiton ja konventionaalisen keiton alkali- ja ligniiniprofiilien vertailu [5].

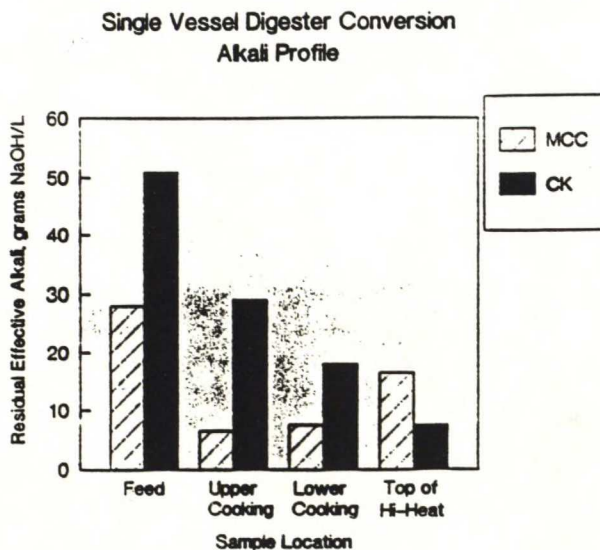
Konventionaalisessa keitossa alkalipitoisuus laskee syöttökierron 60 g/l:sta siirtokierron 30 g/l:aan vaikuttavaa alkalia NaOH. Keiton aikana alkalipitoisuus putoaa edelleen 20:stä 10 g/l:aan puskussa. MCC-keitossa alkaliprofiili on aivan erilainen. Alukonsentraatio on vain 35 g/l ja laskee imeyttimen pohjaan mentäessä 10 g/l:aan mutta nousee vastavirtavyöhykkeessä 20 g/l:aan. Ligniinkonsentraatio kehittyy päinvastoin. Konventionaalisessa keitossa ligniinkonsentraatio kasvaa paisuntaan mennessä 110 g/l:aan. MCC-keitossa korkein ligniinipitoisuus on vain 65 g/l paisunnassa ja putoaa vastavirtavyöhykkeessä 50 g/l:aan. Keiton loppuvaiheessa on siis MCC-keitossa 50 % korkeampi alkalipitoisuus ja 50 % pienempi ligniinipitoisuus kuin konventionaalisessa keitossa [5,8]. Pienemmät ligniinimolekyylit liukenevat keitossa ensin ja suuremmat myöhemmässä vaiheessa. Vastavirtakeitto edistää suurimolekyylisen ligniinin diffuusiota ulos kuidusta [8].

Myös yksiastiahydraulikeittimiä on muunnettu MCC-keittotapaa käyttäviksi (Kuva 8) [7]. Muunnoksessa entiset paisuntasihdit otettiin uuden vastavirtakeiton käyttöön. Valkolipeää lisätään syöttöön, yläkeittokiertoon ja vastavirtakiertoon. Alakeittokierron lämmönvaihdin otettiin vastavirtakierron lämmitykseen. Kiertoihin, joihin lisätään valkolipeää, on putkistot uusittava ruostumattomasta teräksestä [7,9]. Kuvassa 9 esitetään alkaliprofiilin muutos uusinnan jälkeen.

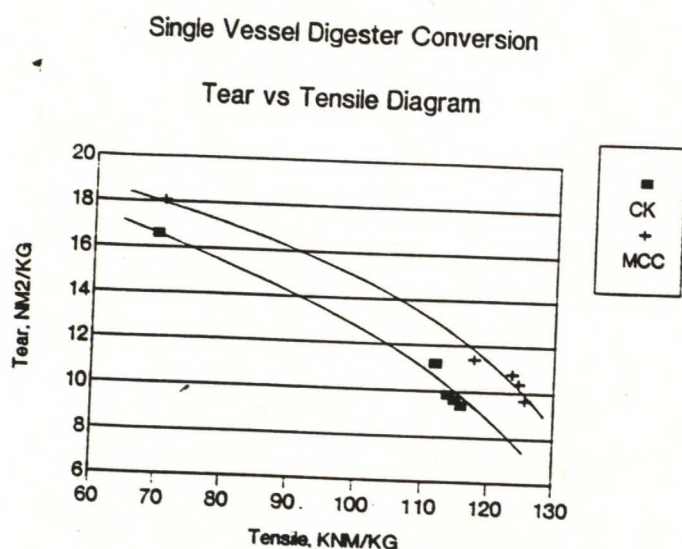
Kuvan perusteella alkalikonsentraatio laskee huomattavasti syötössä sekä ylä- ja alakeittokierroksessa. Hi-heat pesuvyöhykkeen yläpäässä MCC-keiton alkalikonsentraatio on kaksinkertainen perinteiseen keittomalliin verrattuna. Kuvan 10 perusteella repäisylujuus on parantunut 10-30 % samalla vetolujuuden arvolla.



Kuva 8. MCC-yksiastiahydralikeitin [7].



Kuva 9. Yksiastiahydralikeittimen alkaliprofiili perinteisellä ja MCC-keittotavalla [7].



Kuva 10. Repäisylujuuden vertailu MCC- ja perinteisellä keittotavalla [7].

Alkaliin optimoiminen on tärkeää muunnettaessa keitin MCC-ajotavalle [9]. Jos jäännösalkali laskee liian alhaiseksi missä tahansa keiton vaiheessa, ligniiniä kondensoituu uudelleen hakkeeseen. Jäännösalkalitavoitteena pidettiin 8-11 g/l vaikuttavaa alkalia Na_2O :ksi laskettuna. Optimaaliseksi alkalien jakosuhteeksi saatiin 57 % syöttöön, 10 % yläkeittokiertoon ja 38 % MCC-kiertoon. Myöhemmin jako muutettiin suhteeksi 52-10-38 ilman haitallisia vaikutuksia. Jos MCC-kiertoon lisäti alle 25 % alkalista, kappaluku nousi liian korkeaksi. Tämä johtuu siitä, että myötävirtakeittovyöhyke on hyvin lyhyt ja lipeää otetaan paisuntaan tämän vyöhykkeen jälkeen. Consolidated Papersin tehtaalla asennettiin myös uuden tyyppiset sihdit sekä paisuntaan että MCC-kiertoon siirryttäessä MCC-ajotapaan [9]. Reikäsihdit korvattiin 4,5 mm sauvasihdeillä. Uusien sihtien ansiosta MCC-kierron määrä pystyttiin kaksinkertaistamaan 0,1 l/s/tonni massaa/vrk arvosta 0,2 l/s:iin. Tuloksena saatiin lujuusindeksiin 5 % kasvu.

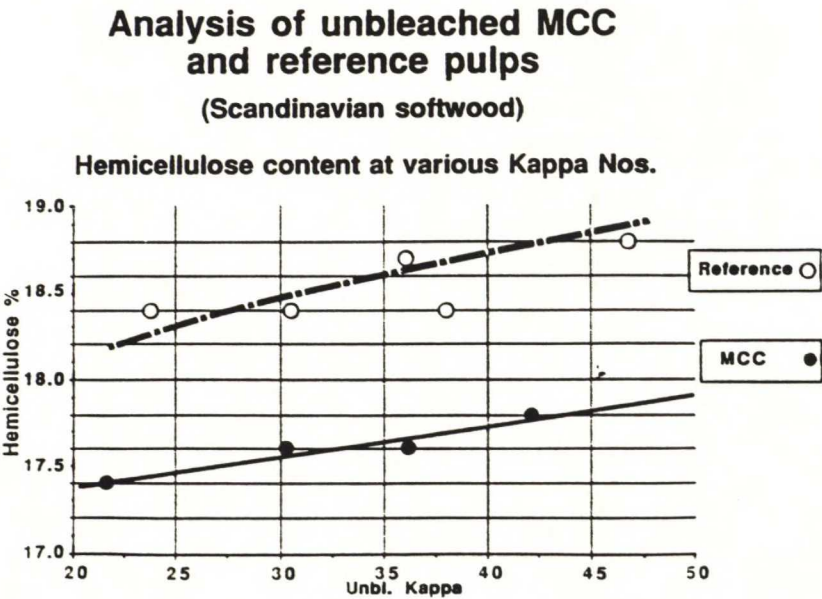
MCC-keitosta saatavan havupuumassan viskositeetti on noin 100 yksikköä korkeampi samassa kappaluvussa eli kappalukua voidaan laskea 5-6 yksikköä viskositeetin huonontumatta [5,7]. Saanto on tietysti kappaluvussa noin 1 % korkeampi paremman selluloosasaannon ansiosta [5,7,8]. Jos keitetään 5-6 kappayksikköä alempaan kappaan ero tasoittuu, jolloin valkaistun MCC-massan saanto on sama kuin konventionaalisen massan. Taulukon 2 perusteella MCC-massan rejektiosuus on huomattavasti pienempi kuin konventionaalisen massan

[5,7]. Tämä saattaa johtua MCC-keiton korkeasta alkalikonsentraatiosta keiton lopussa.

Taulukko 2. MCC- ja konventionaalisen havupuumassan vertailu [5].

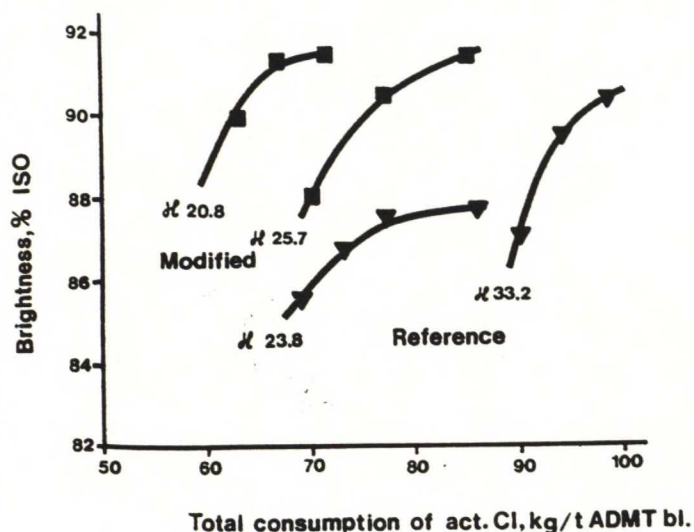
Pulp analyses of unbleached MCC and reference pulps (Scandinavian softwood)				
Kappa No.	Unit	MCC		Reference
		25	32	32
Viscosity	dm ³ /kg	1230	1320	1240
Brightness	% ISO	29.4	26.8	26.9
Screen rejects	% of pulp	0.9	1.8	3.1

Kuvan 11 perusteella MCC-massan hemiselluloosasaanto on pienempi kuin konventionaalisen massan. MCC-massan valkaisuun tarvittava kemikaaliannos on pienempi kuin referenssimassan [5,7,8]. Myös saavutettava maksimivaaleus on korkeampi kuten kuvasta 12 näkyy [5,7].



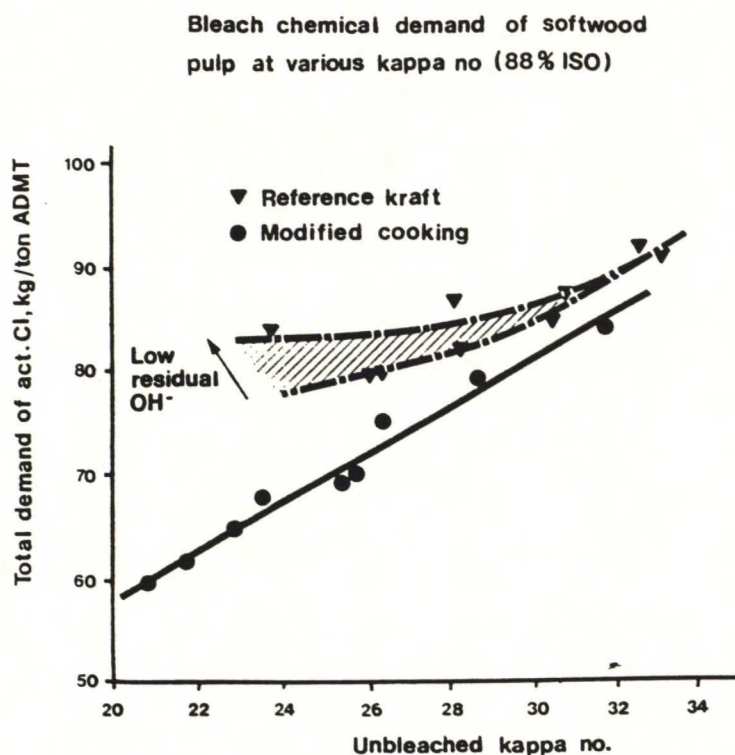
Kuva 11. MCC- ja referenssimassan hemiselluloosasaanto [5].

Brightness development for reference and
modified kraft softwood (mill) pulps.
(C_DEDED bleaching)



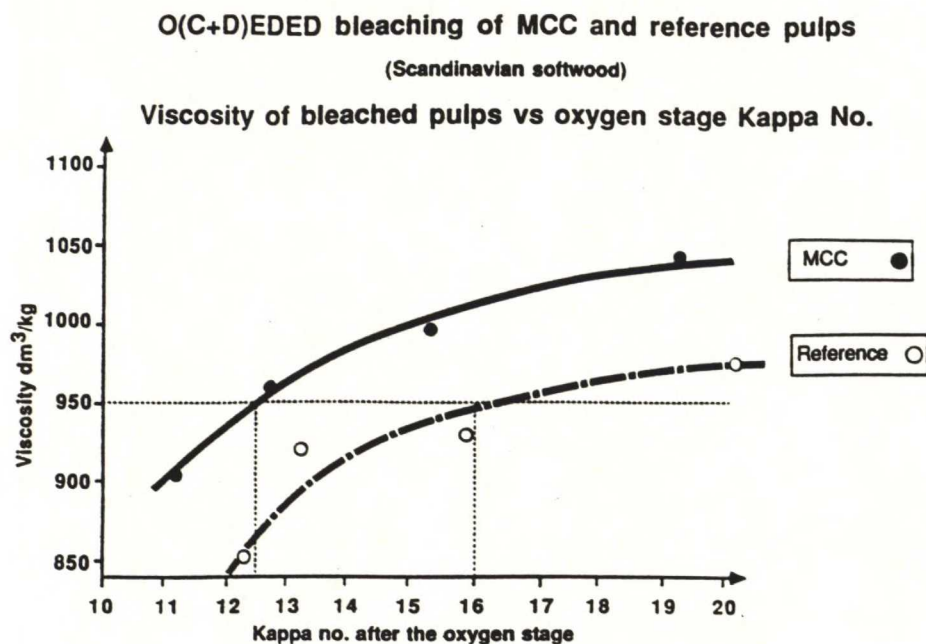
Kuva 12. Vaaleuden kehittymisen vertailu MCC- ja referenssimassoille [5].

Kuvassa 13 esitetään laboratoriovalkaisutuloksia, joiden mukaan MCC-massan valkaisukemikaalitarve nousee lineaarisesti kappaluvun funktiona, kun taas referenssimassalla valkaisukemikaalitarve on etenkin alhaisilla kappaluvuilla suurempi [5,8]. Jos konventionaalisessa keitossa halutaan säilyttää korkea viskositeetti jää jäännöalkali pieneksi ja massa on vaikeasti valkaistavaa. Jos taas jäännösalkalitasoa nostetaan valkaistavuus paranee mutta viskositeetti voi laskea liian alas.



Kuva 13. MCC- ja referenssimassan valkaisu kemikaalikulutus [5].

MCC-massan korkeampi viskositeetti säilyy myös valkaistulle massalle, kuten ilmenee kuvasta 14. Mikäli viskositeettirajana happivaiheen jälkeen on 950 dm^3/kg , voidaan MCC-massa happidelignifioida kappalukuun 12-13 verrattuna referenssimassan kappalukuun 16 [5,8].

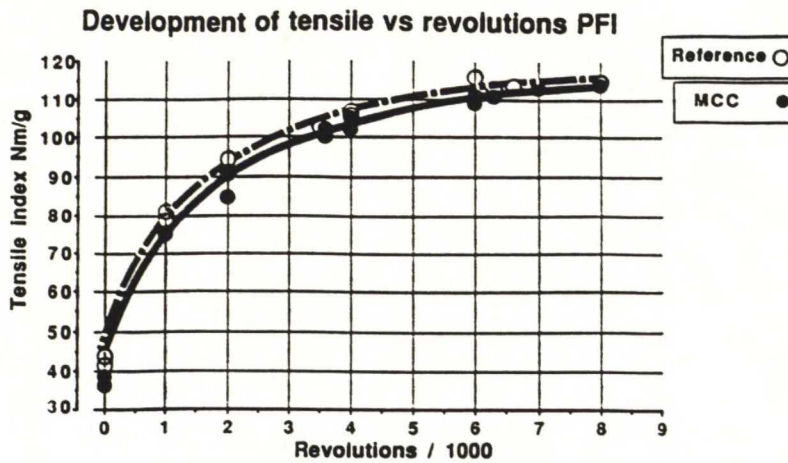


Kuva 14. Valkaistujen massojen viskositeetti happivaiheen jälkeisen kappaluvun funktiona [5].

Kuvan 15 perusteella MCC-massan lujuuden kehittyminen jauhatuksen edistyessä on hieman hitaampaa kuin vertailumassan [5,7,9]. Kuvassa 16 vertaillaan repäisylujuutta vetolujuuden vakioarvolla 100 Nm/g. MCC-massan maksimilujuus saavutetaan happivaiheen jälkeisellä kappaluvulla 12-14, kun taas vertailumassalla vastaava maksimi on kappaluvulla 16-18.

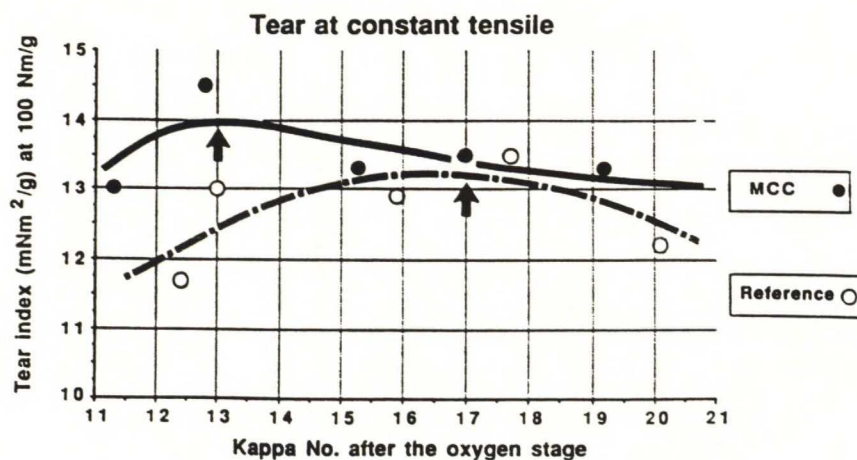
Strength testing of bleached MCC and reference pulps (Scandinavian softwood)

14



Kuva 15. Vetolujuuden kehittyminen jauhatuskierrosten funktiona [5].

Strength testing of bleached MCC and reference pulps (Scandinavian softwood)



Kuva 16. Repäisyjuuuden kehittyminen vetolujuuden vakioarvolla [5].

Taulukon 3 perusteella MCC-massan kemikaalikulutus ja päästöarvot ovat pienemmät kuin vertailumassan viisivaiheisen valkaisuun jälkeen [5,8]. Taulukon arvoissa on otettu huomioon noin 10 kg/t COD-pesuhäviö valkaisuun menevässä massassa.

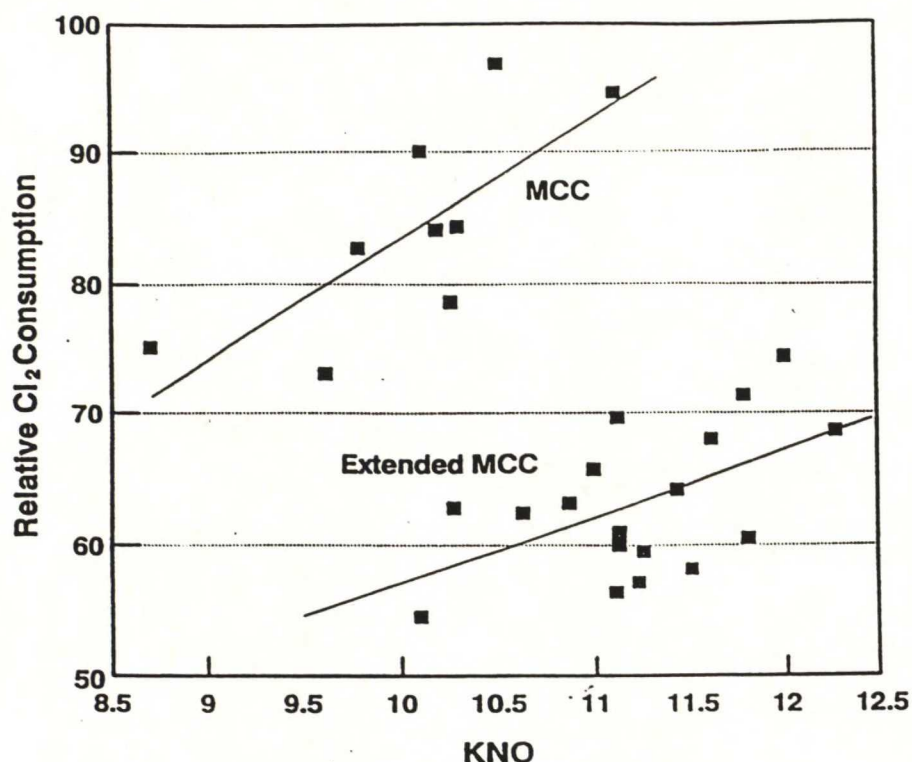
Taulukko 3. Kemikaalikulutuksen ja jätevesipäästöjen vertailu [5].

**MCC and reference cooking of Scandinavian softwood
Chemical consumption and effluent load
in subsequent bleach plant**

<u>Kappa no.</u>	<u>Reference</u>	<u>MCC</u>	<u>Difference</u>
Unbleached pulp	30	24	-6
Oxygen pulp	17	13	-4
<u>Chemical consumption (C+D)EDED</u>			
Cl ₂ kg act.Cl/ADMT	29	22	-7
ClO ₂ "	25	19	-6
NaOH kg/ADMT	26	22	-4
<u>Effluent load</u>			
BOD ₇ kg/ADMT	11	9	-2
COD "	40	30	-10
Color kg Pt/ADMT	65	50	-15

MCC-keiton huonona puolena mainitaan vastavirtakeiton häiriöherkkkyys [6]. Vastavirtakeiton painottaminen herkistää prosessia etenkin havupuulla monille häiriöille ja kappalukuhajonta kasvaa. Vastavirtakeiton ajettavuuden parantamiseksi hakkeen pakkaustiheyttä pitäisi nostaa. Koivulla vastavirtakeitto sujuu paremmin puun suuremmasta tiheydestä johtuen. Esimerkiksi Äänekosken tehtaalla ajetaan ainoastaan myötävirtakeittoa eikä näin ollen toteuteta täydellisesti MCC-prosessia [2,6].

EXTENDED MCC HARDWOOD

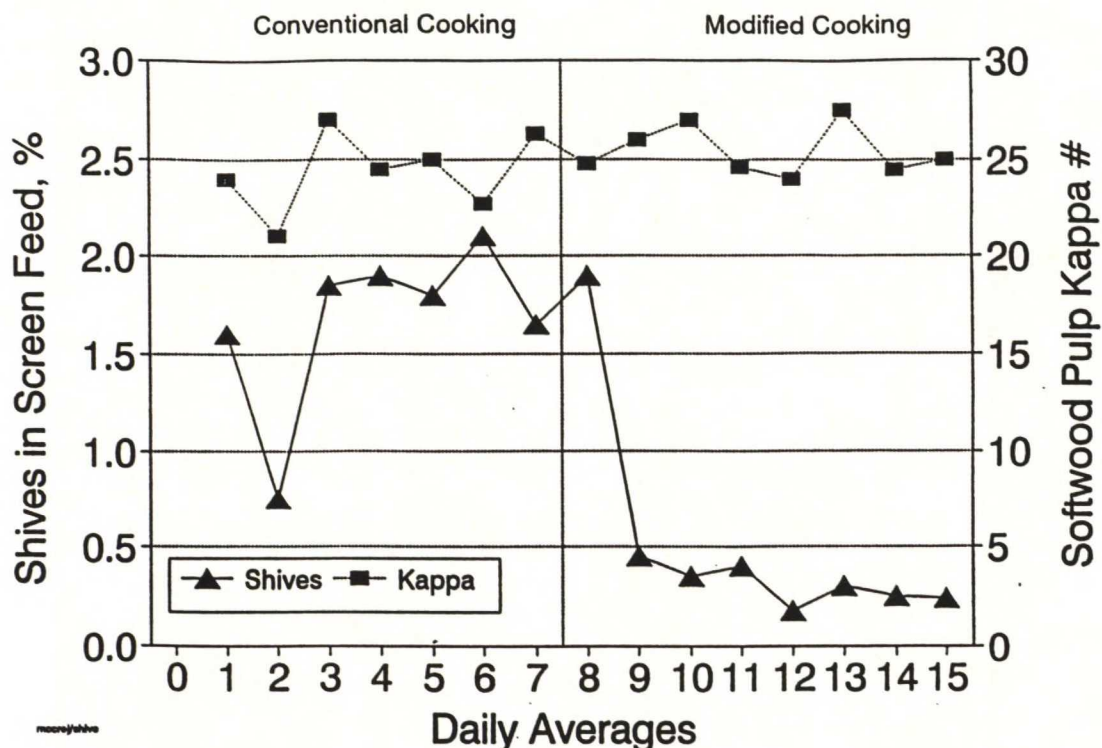


Kuva 18. Erään tehtaan suhteelliset kloorikemikaalikulutukset ajettaessa MCC- ja EMCC-ajotavoilla [10].

Jiangin et al. [11] mukaan EMCC-keiton optimikappa on 18 kun otetaan huomioon saanto, lujuus, valkaisun AOX-päästöt sekä puu- ja kemikaalikustannukset. Jiangin toisen tutkimuksen mukaan keinoja, joilla voidaan parantaa keiton selektiivisyyttä jatkuvatoimisessa keitossa ovat [4]:

1. Valkolipeän jako useaan kohtaan, jolloin alkaliprofiili tasoittuu
2. Vastavirtakeitto, jotta liuenneen kuiva-aineen pitoisuus keiton lopussa alenee
3. Hi-heat pesuvyöhykkeen muuttaminen keittovyöhykkeeksi, jotta keittolämpötilaa voidaan laskea ja keittoaikaa pidentää
4. Säädellyt sulfidiannostukset, jotta keiton selektiivisyys voidaan maksimoida tietyllä sulfidiannoksella.

EMCC-tavalla keitetyn massan lujuusominaisuudet ovat kapassa 18 samalla tasolla kuin konventionaalisen massan kapassa 30 [4]. Myös rejektimäärä pienenee tasolta 2% tasolle 0,5 % kuten kuva 19 osoittaa.

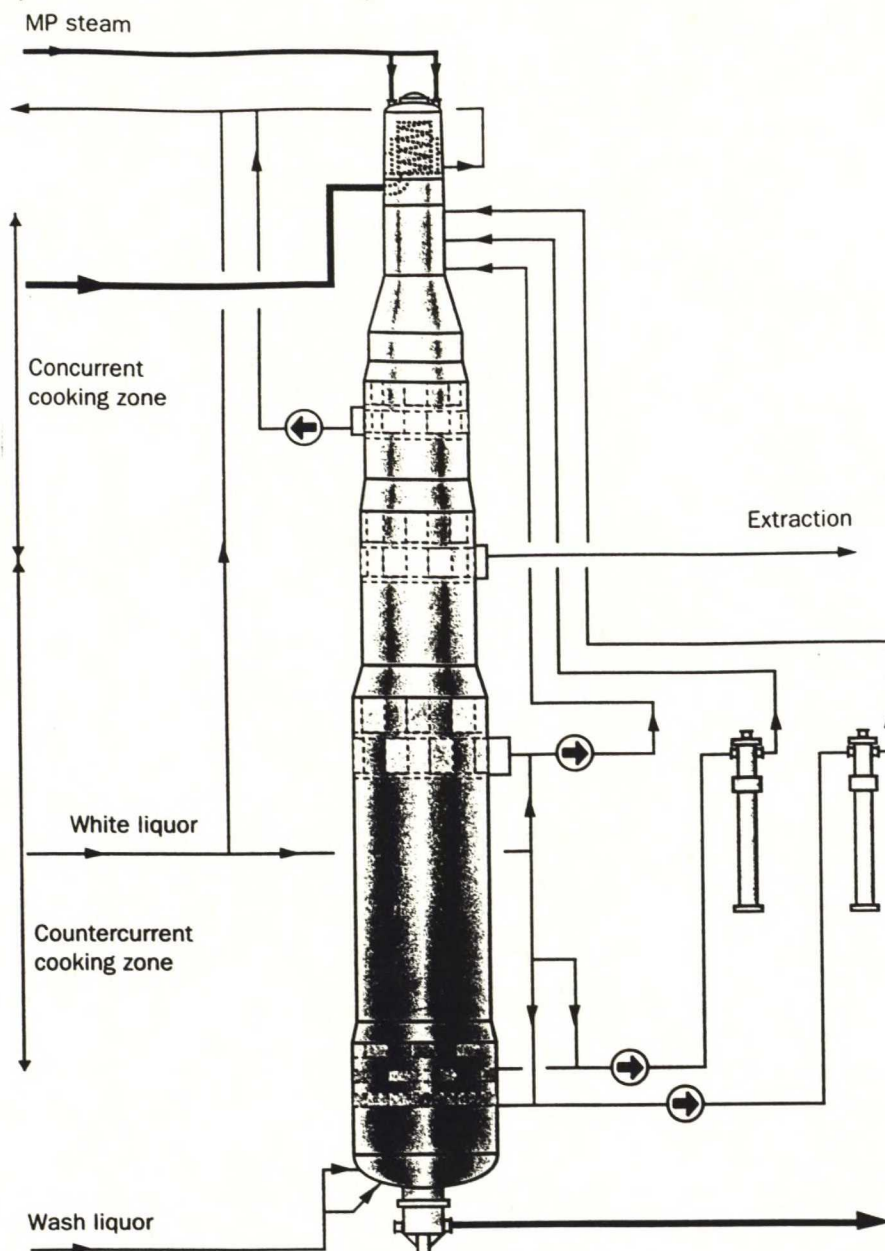


Kuva 19. Rejektimäärät konventionaalisessa ja EMCC-keitossa [4].

Koska suuri osa MCC- ja EMCC-keitosta tapahtuu vastavirtaolosuhteissa, mustalipeän paisunta tapahtuu hakepatsaan kohdassa, jossa hakkeen kappaluku on suurempi, sen rakenne on kiinteämpi ja sen vastus nestevirtaa vastaan on pienempi. Tämän seurauksena hakepatsaan liike on tasaisempi ja keittimen toiminta paranee [4]. Toinen vastavirtakeiton merkittävä etu on valkaistavuuden paraneminen, mikä johtuu todennäköisesti alhaisemmasta ligniinikondensaatiosta ja siitä, että ligniinin saostuminen kuidun pintaan estyy.

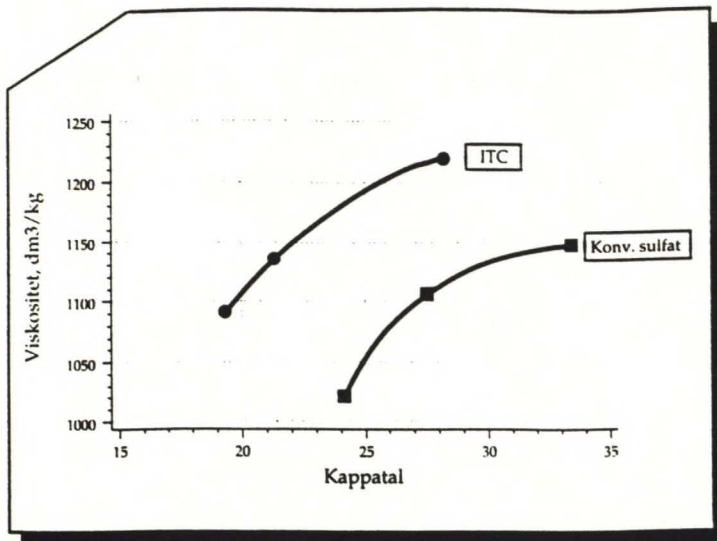
6 ITC-KEITTOTAPA

ITC-keittotapa on vastaava kuin EMCC-keittotapa paitsi että ITC-keittimeen asennetaan uusi kierto olemassa olevan pesukierron lisäämiseksi, jotta saadaan pesukierron virtausmäärä riittävän suureksi [12]. Uuden kierron sihdit ovat ns. miesluukkusihtejä ja ne asennetaan pesukierron sihtien yläpuolelle. Kierto lämmitetään lämmönvaihtimessa ja johdetaan sihtien yläpuolelle uuden keskusputken kautta kuten ilmenee kuvasta 20.



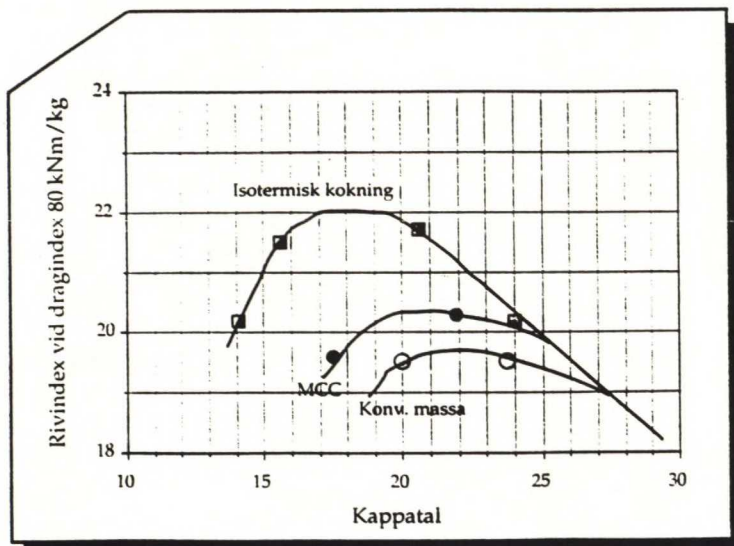
Kuva 20. Yksiastiahöyrynestefaasikeitin ITC-ajotapaa käyttäen [13].

ITC-keitolla on saatu laskettua keittolämpötilaa $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ verrattuna MCC-keittoon [13,14]. Täten saadaan korkeapainehöyryn kulutusta hieman pieneneään ja höyrynpainetta voidaan myös laskea, jolloin voidaan tuottaa enemmän sähköä [12]. Tuloksena massan viskositeetti on korkeampi kuin perinteisellä tavalla keitetyn massan kuten näkyy kuvasta 21.



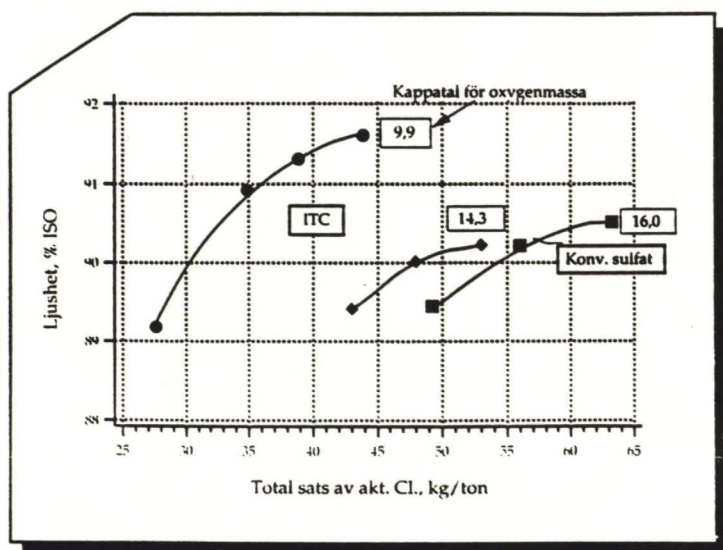
Kuva 21. ITC- ja konventionaalisen havupuumassan viskositeetti kappaluvun funktiona [15].

Verrattuna referenssiin voidaan ITC-massan kappalukua pudottaa 8-10 yksikköä lujuuden kärsimättä [15]. Myös rejektimäärä laskee alle prosenttiin massasta [14]. Lujuuden kehittyminen kappaluvun funktiona on parempi ITC-massalla kuin MCC- tai konventionaalisella massalla kuten käy ilmi kuvasta 22.



Kuva 22. Repäisyindeksi vetoindeksissä 80 kNm/kg kappaluvun funktiona eri keittotavoille [15]

Lujuuden nousu kappaluvun laskiessa johtuu siitä, että alemmalla saannolla on arkissa suurempi määrä kuituja pinta-alayksikköä kohti [15,16]. Saannon menetys johtuu ligniinin ja hemiselluloosien liukenemisesta ja nämä puun komponentit eivät suoraan vaikuta lujuuteen. Kun keitto jatkuu liian pitkälle, alkavat selluloosavauriot kuidussa lisääntyä ja lujuus putoaa hyvin nopeasti. Kuvasta 22 käy ilmi, että ITC-keitolla tämä raja on alempana kuin muilla keittotavoilla ja repäisyindeksin taso on 5-10 % korkeammalla. Lujuusmaksimi on konventionaalisella keitolla kappa 24, MCC:llä 20 ja ITC:llä 16-18. Jotta happivaiheen kemialliselle vaikutukselle jäisi marginaalia on optimikappa edellä mainittuja 3-4 yksikköä korkeampi. Jos happivaiheen jälkeisen massan viskositeettirajana pidetään $1000 \text{ dm}^3/\text{kg}$, voidaan ITC-massa delignifioida kappaan 10 verrattuna konventionaalisien massan kappaan 16-18. Täten voidaan valkaisun kemikaalikulutusta laskea merkittävästi ja ITC-massa on helpoimmin valkaistavaa kuten ilmenee kuvasta 23.



Kuva 23. D-(EOP)-D-(ED)-valkaistun massan klooridioksidikulutus eri keittotavoille [15].

Viskositeetti laskee kun keitto ja happidelignifointi viedään alhaiseen kappaan. Kappaluvun optimi keiton ja happivaiheen jälkeen onkin määrättävä toisaalta massan ominaisuuksien ja toisaalta kemikaalikulutuksen ja päästöjen kannalta [15]. Massan jauhatusenergian tarve lisääntyy hieman kun delignifointi ennen

valkaisua viedään pitkälle [14]. ITC-keiton onnistumisen edellytyksenä on, että keitin ei ole huomattavassa ylikuormassa, jotta pesulipeän ylösvirtaus Hi-Heat-pesuvyöhykkeessä saadaan hallittua. Paras tulos ITC-keitossa saadaan, kun kiertovirtaus keittimen pohjassa on yli $10 \text{ m}^3/\text{tonni}$ massaa ja pesukerroin on yli $1,5 \text{ m}^3/\text{tonni}$ massaa [17]. Puskun lämpötila ei ole noussut liian korkeaksi ja keitinpesu on säilynyt yhtä hyvänä aikaisempaan verrattuna, kun keittimiä on modifioitu ITC-keittimiksi. Investointikustannus on suhteellisen pieni ja muutos vaatii alle kahden viikon asennusajan [18]. Ongelmana on ollut ITC-kierron lämpötilan vaihtelu ja säädön vaikeus, joka todennäköisesti johtuu virtauksen kanavoitumisesta ITC-vyöhykkeessä [19]. Ajettavuudeltaan ITC-keittotapa on herkempi häiriöille kuin perinteinen keittotapa [20].

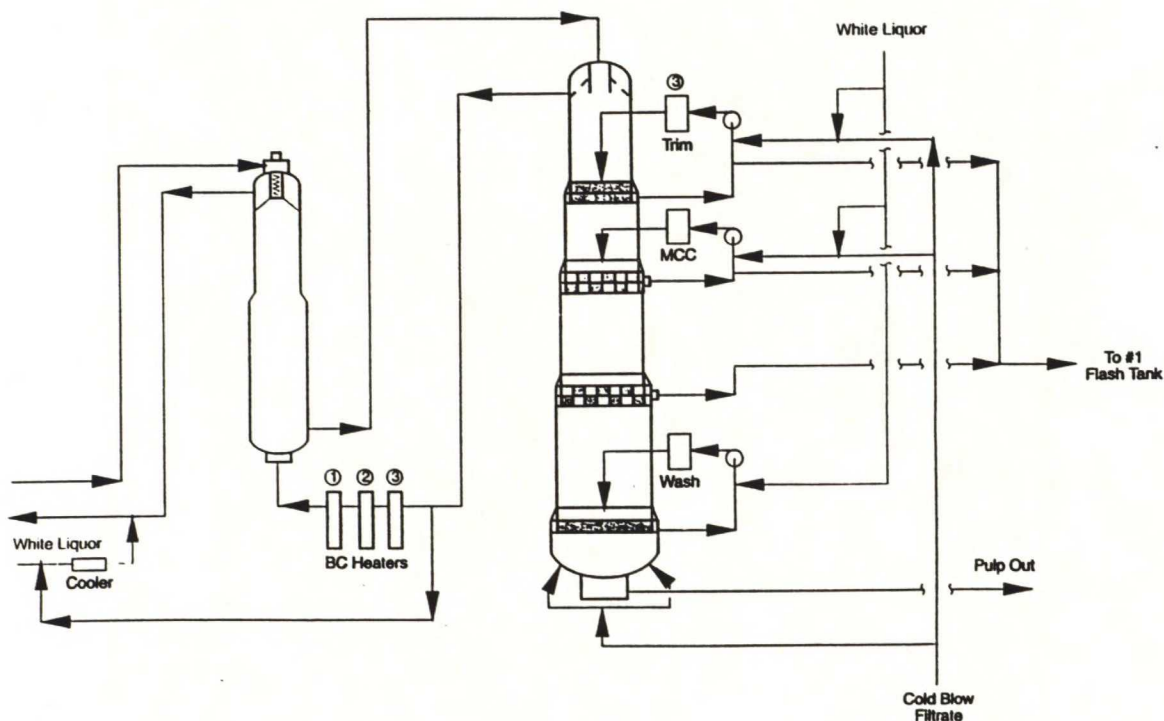
7 LO-SOLIDS-KEITTOTAPA JA MUSTALIPEÄESIKÄSITTELY

Laboratoriokokeissa on todettu, että liunneet orgaaniset aineet heikentävät massan repäisylujuutta ja valkaistavuutta [21]. Liunneet orgaaniset aineet kuluttavat lisäksi keittokemikaaleja tuottamattomissa sekundäärisissä reaktioissa keiton aikana. Modifioidulla keitolla toimivissa keittimissä voidaan saavuttaa parempi keittotulos vähentämällä liunneiden orgaanisten aineiden pitoisuuksia bulkkidelignifioinnin aikana. Tältä pohjalta on Ahlström kehittänyt uuden Lo-Solids-keittotavan.

Lo-Solids-keitossa päätavoitteena on laskea liunneiden orgaanisten aineiden pitoisuus minimitasolle bulkkidelignifioinnin aikana samalla kun säilytetään modifioidun keiton ominaisuudet kuten tasainen alkaliprofiili, alhainen keittolämpötila ja mahdollisimman pieni liunneen ligniinin pitoisuus keiton lopussa. Tämän saavuttamiseksi käytetään useampaa paisuntaa, jaettua valkolipeän annostusta ja jaettua pesusuodoksen annostusta. Liunneen orgaanisen aineen, alkalin ja sulfidipitoisuuksien keittoprofiileja säädellään muuttamalla paisunnan ja laimennusannostusten suhteellisia virtauksia.

Täysimittaisissa sovelluksissa on havaittu, että Lo-Solids-keitto vähentää liunneiden orgaanisten aineiden pitoisuuksia bulkkidelignifioinnissa noin 30 prosentilla EMCC-keittoon verrattuna. Sekä laboratoriokokeet että täysimittaiset sovellukset ovat osoittaneet Lo-Solids keiton edut, joita ovat parempi lujuus, alhaisempi keittokemikaalien kulutus ja parempi keitinpesu. Kun Lo-Solids-keittosovelluksia on asennettu olemassaoleviin keittimiin, tuloksena on ollut hakepatsaan parempi liikkuminen, suurempi paisuntakapasiteetti ja keittimen parempi pesutehokkuus. Näiden tekijöiden seurauksena haihduttamon kuormitus on pienentynyt, alkalin kulutus alentunut ja COD-pesuhäviö pusku- ja pesumassasta pienentynyt.

Pohjois-Amerikassa oli syyskuussa 1994 toiminnassa viisi tehdasta, jotka käyttävät Lo-Solids-keittoa jälkiasennuksena [21]. Tehdaskokemusten perusteella on saavutettu 5-15 % suurempi lujuus, valkolipeän kulutus tehollisena alkalina on laskenut 1 % puusta laskettuna, paisuntakapasiteetti on kasvanut 15-50 % ja keitinpesu on parantunut. Kuvassa 24 esitetään LO-Solids-kaksiastiahydraulikeittimen virtauskaavio.

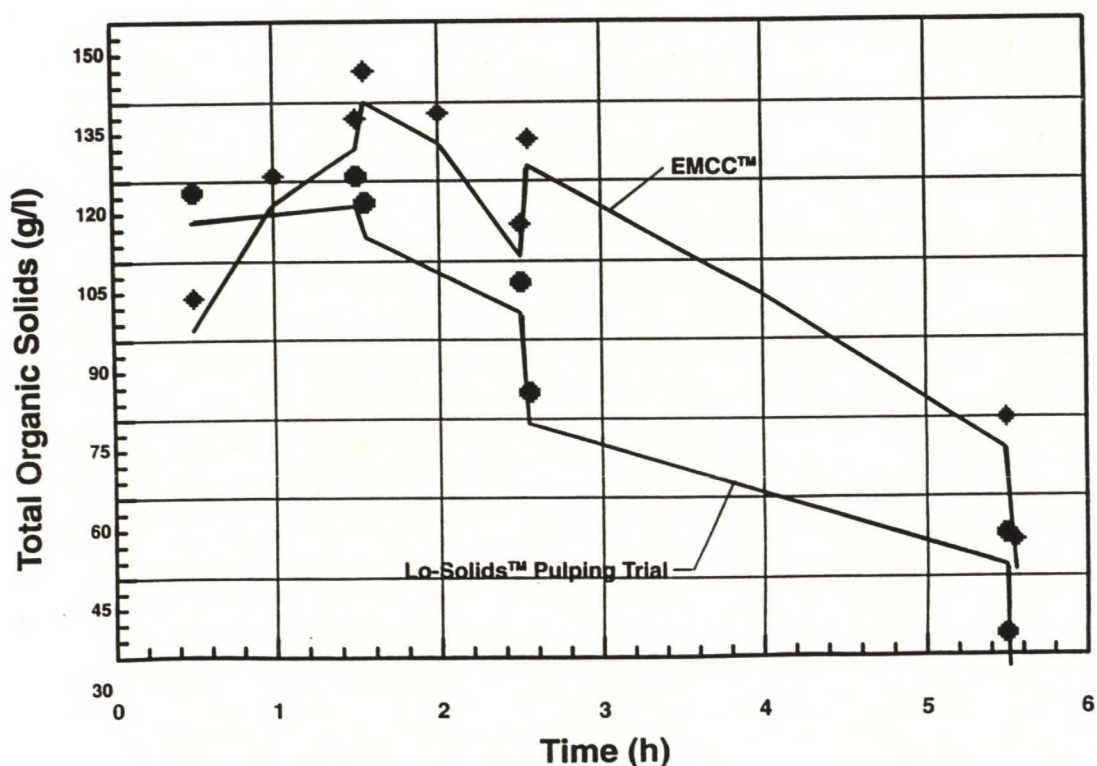


Kuva 24. Lo-Solids-kaksiastiahydraulikeitin [21].

Kuten näkyy kuvasta 24 keittimestä otetaan paisuntaa tasauskierron sihdistä ja paisuntasihdistä. Valkolipeää lisätään keittoon kolmessa kohdassa: imeytimen syöttöön, MCC-kiertoon ja pesukiertoon. Pesusuodos jaetaan MCC-kiertoon ja keittimen pohjaan. Jotta delignifioinnin bulkkivaiheessa olevan liuenneen orgaanisen aineen määrää voitaisiin vähentää, Lo-Solids-keitossa käytetään esipaisunta/laimennusvaihetta, jossa käytetty imeytysneste poistetaan järjestelmästä ja korvataan uudella keittoneesteellä. Paisunta tapahtuu juuri ennen täyden keittolämpötilan saavuttamista eli tasauskierron sihtien kohdalla. Kun syöttöön annostellaan mahdollisimman vähän valkolipeää, liuenneiden orgaanisten aineiden poisto on tehokkaampaa tässä ensimmäisessä

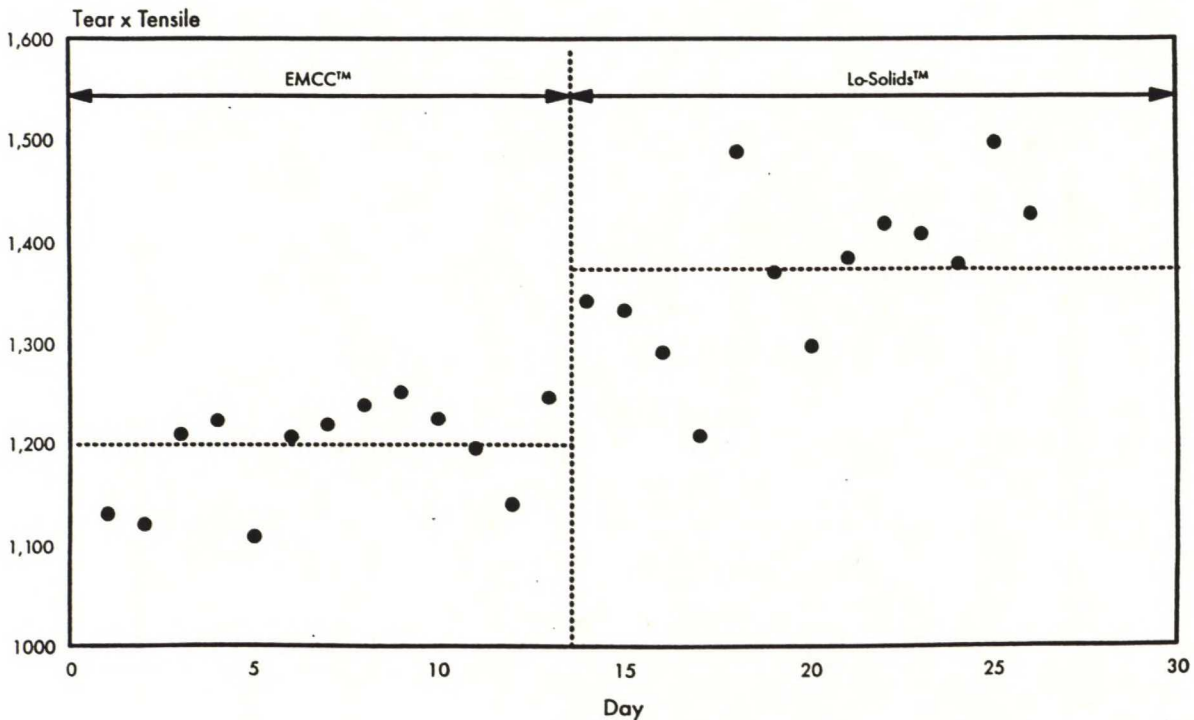
paisunnassa. Samalla voidaan pienentää valkolipeän kokonaisannostusta ja keittoon käytetyn kokonaishöyryn tarvetta.

MCC-kiertoon lisätään pesusuodosta korvaavaksi keittonesteeksi. Suodosta käytetään laimentimena, jolla alennetaan sekä alkalin että liuenneen orgaanisen aineen pitoisuutta bulkkidelignifiointissa. Tällä laimennuksella säädelään myös keittimen neste-puusuhdetta. Pesusuodos nousee MCC-kierrosta ylöspäin kohti tasauskierron sihtejä. Keiton alkuvaiheissa liuennet orgaaniset aineet poistuvat näin keittimestä ensimmäisessä paisunnassa. Hi-heat-pesuvyöhykettä vastaa EMCC-keiton pesuvyöhykettä. Lo-Solids-keiton jälkiasennus vaatii vain pieniä muutoksia: halkaisijaltaan suhteellisen pienen ulkopuolisen putkiston ja venttiilien asennus riittää useimmiten. Jo olemassaolevan laitteiston toiminnan estäviä muutoksia ei tarvita lainkaan. Kuvassa 25 esitetään liuenneen kuiva-aineen konsentraatio imeyttimen ja keittimen kierroissa EMCC-ajotavalla ja Lo-Solids-ajotavalla.



Kuva 25. Liuenneen kuiva-aineen konsentraatio reaktioajan funktiona EMCC- ja Lo-Solids-keittotavoilla [21].

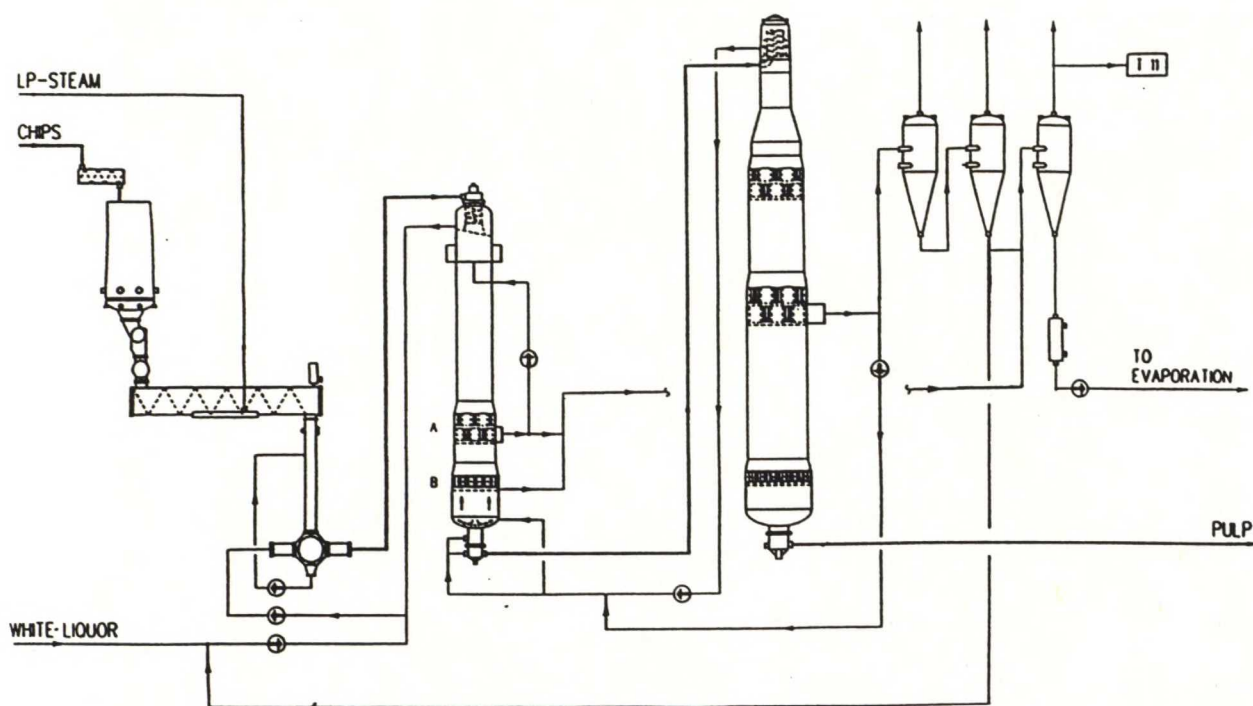
Kuvasta 25 selviää, että Lo-Solids-keittotavalla päästään kahden paisuntakohdan ansiosta alempaan liunneen ligniinin konsentraatioon keiton loppuvaiheissa. Viimeinen piste kuvaa puskunäytteestä puristettua nestettä. Alempi ligniinikonsentraatio puskunäytteessä osoittaa keitinpesun parantuneen siirryttäessä MCC-keittotapaan. Kuvassa 26 kuvataan Lo-Solids-keittotavan vaikutusta massan lujuusominaisuuksiin.



Kuva 26. Lujuustulo EMCC- ja Lo-Solids-keittotavoilla [21].

Kuvan 26 perusteella lujuustulo on kasvanut noin 10 % siirryttäessä EMCC-keittotavasta Lo-Solids-keittotapaan. Kun paisuntaa otetaan useammasta kohdasta, vähenee pääpaisuntasihteihin kohdistuva kuormitus [21]. Samalla taipumus sihtien tukkeutumiseen pienenee. Laboratoriokokeiden perusteella liunneiden orgaanisten aineiden pitoisuuden lasku pienentää valkaisukemikaalien kulutusta. Tehdasympäristössä asiaa on kuitenkin vaikea osoittaa.

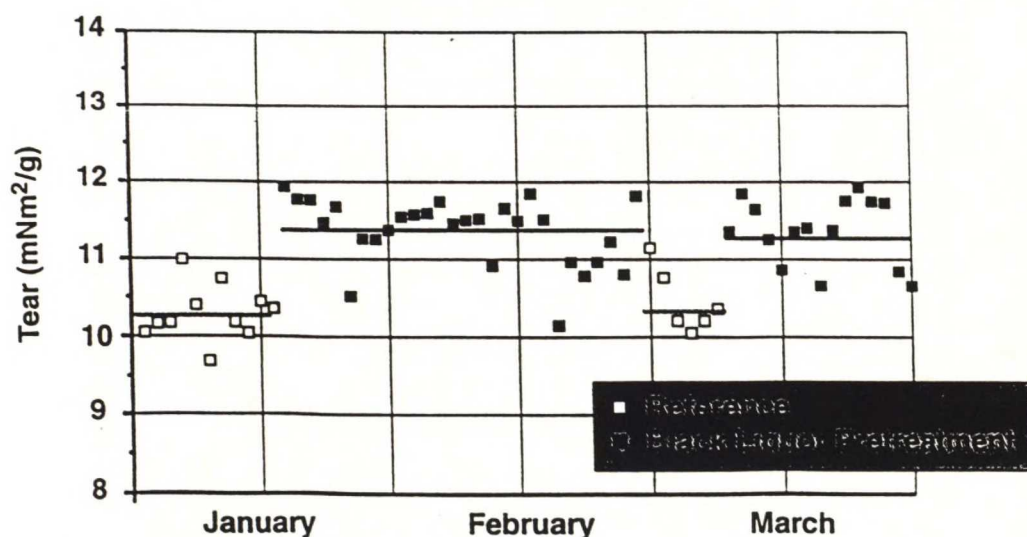
Kymin Paperiteollisuus Oy:n Kuusanniemen sellutehtaalla on todettu saatavan repäisyindeksiin 10 % parannus käyttämällä mustalipeäesikäsittelyä [22]. Keittimen virtauskaavio on kuvassa 27.



Kuva 27. Kaksiastiahöyrynestefaasikeitin mustalipeäesikäsittelyllä [22].

Kuten kuvasta 27 selviää paisuntaa otetaan imeyttimen alasihdiltä ja keittimen paisuntasihdeiltä. Valkolipeä jaetaan syöttöön, imeyttimen kiertoon, siirtokiertoon ja pesukiertoon. Kuvan 28 esittää repäisylujuuden kehittymisen siirryttäessä normaaliajotavallista mustalipeäesikäsittelyyn.

Bleached Softwood 1994 Tear Index



Kuva 28. Repäisylujuus PFI-jauhetulle massalle (900 kierrosta) normaaliajotavalle ja mustalipeäesikäsittelylle [22].

Kuvasta 28 ilmenee, että mustalipeäesikäsitellyllä massalla on noin 10 % korkeampi repäisyindeksi kuin referenssimassalla. Tehdas ajaa jatkuvasti ylläkuvatulla ajomallilla.

KOKEELLINEN OSA

8 KÄYTÖSSÄ OLEVA KEITTOTAPA

Kuusanniemen sellutehtaan havulinjalla hake paksuusseulotaan ja ylisuuri jae pienennetään hakeleikkurilla. Hakesiilosta hake kulkee hakeruuvien ja matalapaineikiikin kautta pasuttimeen. Pasuttimesta hake putoaa romuloukkuun, josta syöttökaulan kiertolipeä siirtää hakkeen syöttökaulaan. Syöttökaulasta hake siirretään korkeapaineikiikin ja imeyttimeen syöttökierron avulla imeyttimeen. Imeyttimen viive on normaalituotannolla noin 45 minuuttia. Imeyttimen yläsihdeiltä pumpataan lipeää kiertoan, josta se palaa imeyttimeen yläpäähän. Imeyttimen alasihdeiltä otetaan lipeää 3-paisuntaan. Imeyttimen alapään paine on noin 13 bar ja lämpötila noin 125 °C. Siirtokierto siirtää hakkeen keittimeen. Siirtokierron lämmönvaihtimessa kiertolipeää lämmitetään korkeapainehöyryllä. Tasauskierron sihdeistä ulosotettava lipeä pumpataan siirtokiertoan. Tasauskierron sihtien alapuolella ovat paisuntasihdit, joista lipeä otetaan 1- ja 2-paisuntaan ja sieltä edelleen haihduttamolle. Paisuntasihtien alapuolella olevasta pesukierron sihdistä lipeää pumpataan pesukiertoan, jossa kiertolipeää lämmitetään lämmönvaihtimessa. Pesukierto palaa keskusputken kautta keittimen keskusta hieman pesukierron sihdin yläpuolelle. Valkolipeää annostellaan neljään kohtaan: syöttöön, imeyttimeen kiertoan, siirtokiertoan ja pesukiertoan. Keittimen yläpään paine on noin 6-7 bar ja keittolämpötila noin 159- 165 °C.

9 KOEAJOJEN TAVOITE

Koeajot suoritettiin Kuusanniemen sellutehtaan havulinjalla syys- marraskuussa 1994. Tavoitteena oli tutkia, onko massan lujuusominaisuuksiin mahdollista vaikuttaa alkalijakoa muuttamalla. Lisäksi oli tavoitteena pitää massan rejektiosuus kohtuullisen pienenä. Koeajot pyrittiin tekemään keittimen ajettavuutta heikentämättä ja tuotantoa rajoittamatta.

10 KOEAJOJEN TULOKSET

10.1 Ajomallit ja näytteenotto

Muuttujina pidettiin keiton alkalijakoa ja imeyttimeen neste-puusuhdetta. Alkalijaon suhteen ajettiin kuudella eri mallilla ja imeyttimeen neste-puusuhde oli yhtä koeajojaksoa lukuunottamatta sama. Eri ajomallit esitetään taulukossa 4.

Alkalijaon luvut tarkoittavat prosenttiosuuksia valkolipeän kokonaismäärästä järjestyksessä syöttö- imeyttimeen kierto- siirtokierto-pesukierto. Esimerkiksi 50-20-26-4 tarkoittaa, että valkolipeästä 50 % syötettiin imeyttimeen syöttöön, 20 % imeyttimeen kiertoon, 26 % siirtokiertoon ja 4 % pesukiertoon.

Taulukko 4. Eri ajomallit koeajoissa.

Koeajo nro	alkalijako	nestepuusuhte imeyttimeessä	pvm
1	50-20-26-4	3,5	20.10.-94
2	45-10-41-4	3,5	14.9.-94
3	45-0-53-2	3,5	16.11.-94
4	25-20-51-4	3,5	23.11.-94
5	25-20-51-4	4,0	24.11.-94
6	20-20-56-4	3,5	11.10.-94
7	20-20-56-4	3,5	11.11.-94
8	20-15-61-4	3,5	3.11.-94

Koeajojen aikana järjestettiin näytteenotto ja näytteiden analysointi seuraavasti:

Hake

Hakenäyte otettiin 2 h välein keittämölle menevältä hihnalta. Yhden koeajon näytteet yhdistettiin ja kokoomanäytteestä tehtiin laboratorioseulonta ja vakiolaboratoriokeitto.

Lipeä

Koeajopäivän aikana kerättiin kahdesti lipeänäytteet seuraavista pisteistä:

1. Syöttökierto
2. Imeyttimen kierto
3. Imeyttimen paisunta alasihdiltä
4. Imeyttimen kokonaispaisunta
5. Siirtokierto
6. Tasauskierto
7. Keittimen paisunta yläsihdiltä
8. Keittimen paisunta alasihdiltä
9. Keittimen kokonaispaisunta
10. Pesukierto
11. Pesulipeä

Näistä näytteistä mitattiin jäännösalkalipitoisuus NaOH:na ja pH. Lisäksi imeyttimeen paisunnasta, tasauskierrosta ja keittimen paisunnasta alasihdiltä johdettiin näyte CLA2000-keittoanalysaattorille, joka mittaa lipeänäytteistä johtokyvyn, UV-absorbanssin ja taitekertoimen.

Ruskea massa

Näytteet otettiin keittimen jälkeiseltä pesudiffusööriltä 30 minuutin välein. Jokaisesta massanäytteestä tehtiin seulonta käyttäen 1mm ja 0,25 mm rakoseulaa. Seulotusta massasta määritettiin kappaluku ja rejektiosuudet laskettiin. Yhden koeajojakson massoista yhdistettiin kokoomanäyte, josta tehtiin Valley-jauhatuus.

Valkaistu massa

Kolme kertaa vuorokaudessa otettiin D2-valkaisupesurin jälkeen näyte, josta tehtiin PFI-jauhatuus (900 kierrosta).

Hakkeiden seulontatulokset ovat liitteenä 1.

10.2 Lujuussaanto

Jotta pystyttäisiin ottamaan huomioon hakelaadun vaihtelut, koeajopäivänä kerätystä hakenäytteestä tehtiin laboratoriokeitto vakio-olosuhteissa hakkeen lujuuspotentiaalin selvittämiseksi. Laboratoriomassa ja tehdasmassa jauhettiin Valley-jauhatuksessa ja verrattiin massojen repäisyjuuutta vetoindeksin vakioarvoilla 70 ja 90 Nm/g. Täydelliset jauhatustulokset esitetään liitteessä 2. Taulukoissa 5 ja 6 esitetään tiivistelmä jauhatustuloksista.

Taulukko 5. Massojen repäisyindeksit vetoindeksin arvolla 70 Nm/g (Valley-jauhatuus).

Koeajo nro	pvm	alkalijako	Repäisyindeksi (mNm ² /g)		
			vetoindeksin arvolla 70 Nm/g		
			labra	tehdas	lujuussaanto, %
1	20.10.-94	50-20	16.98	14.53	85.6
2	14.9.-94	45-10	17.35	14.53	83.7
3	16.11.-94	45-0	19.3	15.91	82.4
4	23.11.-94	25-20	18.83	14.8	78.6
5	24.11.-94	25-20	18.09	15.7	86.8
6	11.10.-94	20-20	17.2	14.61	84.9
7	11.11.-94	20-20	17.5	14.93	85.3
8	3.11.-94	20-15	19.61	14.89	75.9

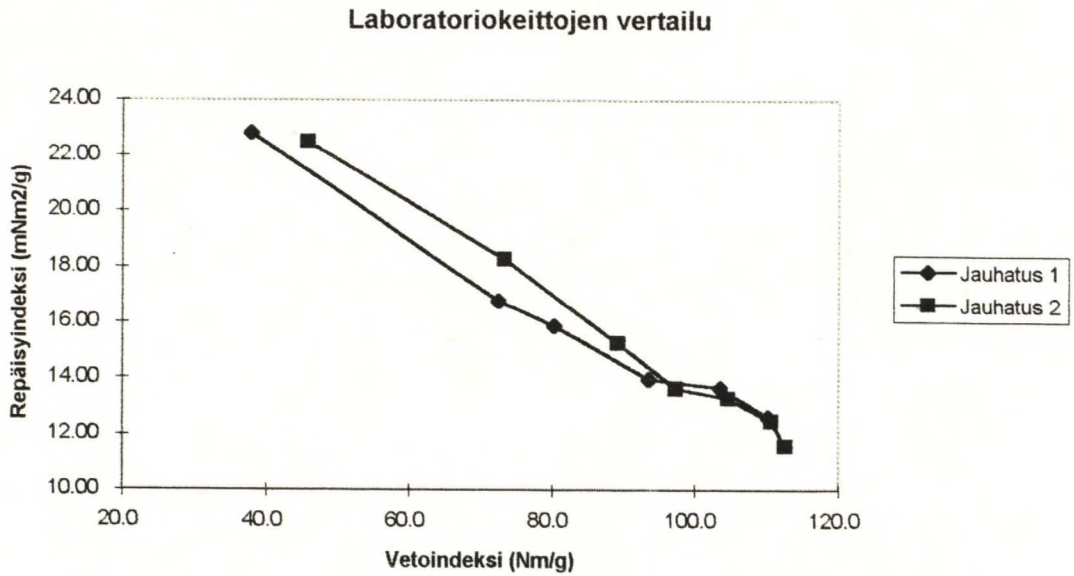
Taulukko 6. Massojen repäisyindeksit vetoindeksin arvolla 90 Nm/g (Valley-jauhatus).

	Repäisyindeksi (mNm ² /g)		
	vetoindeksin arvolla 90 Nm/g		
Koeajo nro	labra	tehdas	lujuussaanto, %
1	15.41	11.41	74.0
2	14.57	11.96	82.1
3	15.72	12.6	80.2
4	15.45	12.2	79.0
5	14.84	12.29	82.8
6	14.47	13.11	90.6
7	15.02	11.85	78.9
8	14.93	11.98	80.2

Taulukon 5 perusteella kaksi tehdasmassaa nrot 3 ja 5 ovat repäisylujuudeltaan merkittävästi parempia kuin muut massat vetoindeksissä 70 Nm/g. Laboratoriomassoissa lujuusero heikoimman ja vahvimman massan välillä on 13,4 % kun se tehdasmassoissa on vain 8,7 %.

Taulukon 6 perusteella vetoindeksissä 90 Nm/g lujuudeltaan parhaimmat massat ovat 6 ja 3. Tehdasmassoissa heikoimman ja vahvimman massan välillä on 14,8 % kun se laboratoriomassoissa on vain 8,6 %.

Laboratoriokeiton luotettavuuden määrittämiseksi tehtiin koeajo numero 6:n kootusta hakenäytteestä kaksi keittoa samoissa olosuhteissa. Tulokset esitetään kuvassa 29.



Kuva 29. Laboratoriokeiton luotettavuuden vertailu.

On huomattava, että 1. jauhatuksessa oli keittokappa 25,4 ja 2. jauhatuksessa 22,6. Tämä osaltaan vaikuttaa siihen, että 2. jauhatuksessa saadut lujuusarvot ovat hieman korkeammat kuin 1. jauhatuksessa. Tulosten perusteella voidaan laboratoriokeittoa pitää suhteellisen hyvänä hakelaadun vaihtelun osoittajana, mutta keitetyn massan lujuusominaisuuksia tarkasteltaessa on otettava huomioon laboratoriokeiton kappaluku, koska se vaikuttaa lujuuteen.

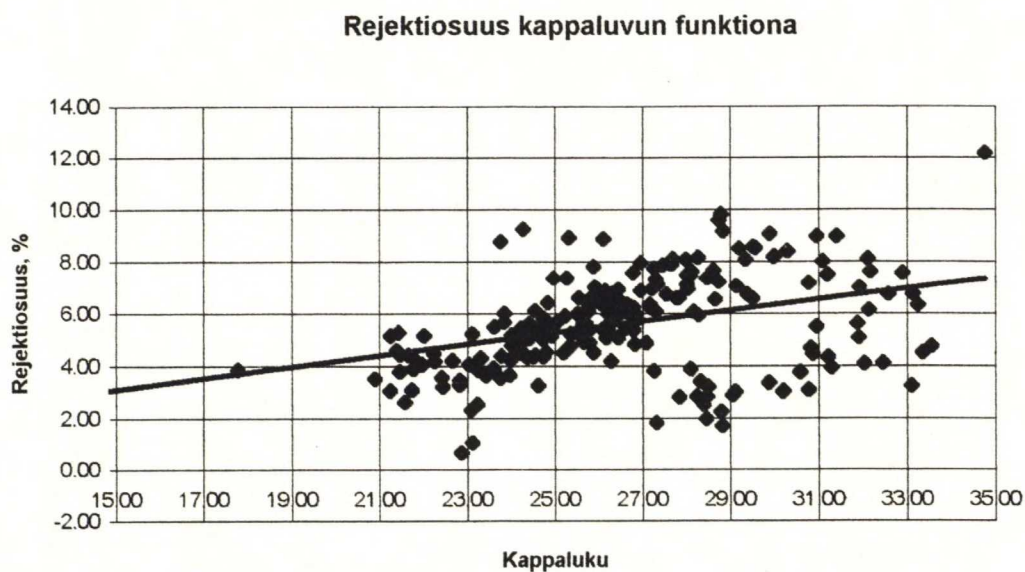
10.3 Rejektit

Taulukossa 7 esitetään tiivistelmä rejektimäärityksistä. Täydelliset määritystulokset löytyvät liitteestä 3.

Taulukko 7. Rejektiosuudet koeajoissa.

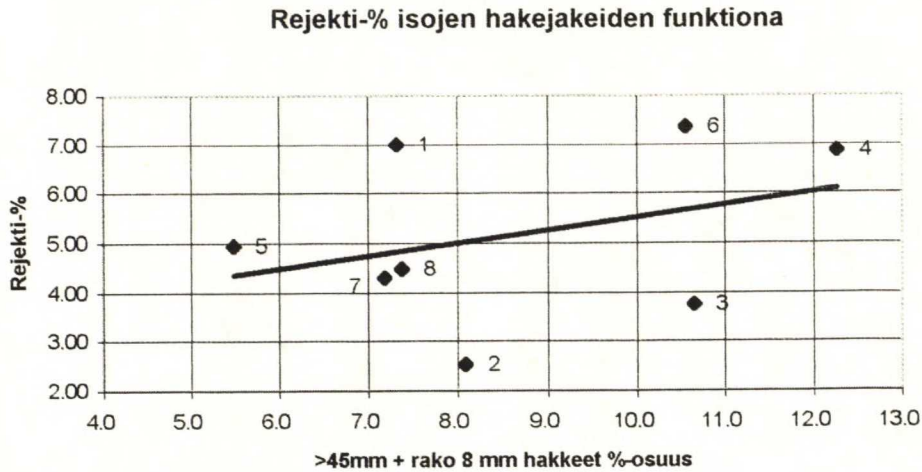
Koeajo nro	alkalijako	kappa keskiarvo	rej iso %	rej pieni %	rej summa %	seulonta
1	50-20	31.9	5.16	1.84	7.00	taso
2	45-10	28.4	1.85	0.67	2.52	paksuus
3	45-0	30.6	2.75	1.00	3.75	paksuus
4	25-20	27.4	5.37	1.49	6.86	paksuus
5	25-20	24.2	3.65	1.30	4.94	paksuus
6	20-20	25.0	6.01	1.35	7.36	taso
7	20-20	31.2	3.19	1.12	4.30	paksuus
8	20-15	25.9	3.65	0.83	4.48	paksuus

Taulukon 7 perusteella rejektit olivat koeajoissa 1 ja 6 korkealla, koska paksuusseula ei ollut ajossa. Paksuusseulan ollessa ajossa rejektimäärän vaihtelu on suurta. Kun siirrytään pienempään alkaliannokseen keiton alkupäässä, nousevat rejektimäärät hieman, mutta eivät kuitenkaan haitallisen suuriksi. Kuvassa 30 esitetään kappaluvun vaikutus rejektin määrään.



Kuva 30. Rejektiosuus kappaluvun funktiona.

Kuvan 30 perusteella rejektiosuus kasvaa kappaluvun funktiona, kuten oli oletettavissa. Tehtaan normaali keittokappa on noin 27, jolloin rejektiosuus vaihtelee 2 ja 8 prosentin välillä normaalin tason ollessa noin 5 prosenttia. Kuvassa 31 esitetään suurten hakejakeiden osuuden vaikutus rejektimäärään.



Kuva 31. Rejekti-% isojen hakejakeiden osuuden funktiona.

Kuten olettaa saattaa, rejektiosuus kasvaa kun keittoon tulevan hakkeen mukana on enemmän isoja jakeita. Massat 1 ja 6, joissa paksuusseulan sijaan on seulottu tasoseulalla erottuvat selvästi korkean rejektiosuuden takia. Merkilläpantavaa on jakson 1 korkea jäännösalkalipitoisuus imeytimen paisunnassa; tämä ei ole kuitenkaan tässä tapauksessa vaikuttanut rejektiä alentavasti. Massoissa 4 ja 5 on taulukon 8 perusteella jäännösalkalipitoisuus laskenut liian alas imeytimen paisunnassa (alle 5 g/l), mistä johtuu näiden kahden massan korkea rejektipitoisuus. Sama selitys pätee todennäköisesti myös massoihin 7 ja 8, koska niiden ajomallissa on syötetty vähemmän alkalia imeyttimeen kuin massoissa 4 ja 5. Massoista 7 ja 8 ei kuitenkaan ole mitattu keiton jäännösalkalipitoisuuksia. Ainoat kohtuullisen matalat rejektipitoisuudet ovat massoilla 2 ja 3. Tämän perusteella 45 % alkalista syöttöön on todennäköisesti riittävä määrä rejektiosuuden pitämiseksi alhaalla.

10.4 Lipeiden analyysitulokset

Tiivistelmä lipeiden analyysituloksista on taulukossa 8.

Taulukko 8. Lipeiden analyysitulokset.

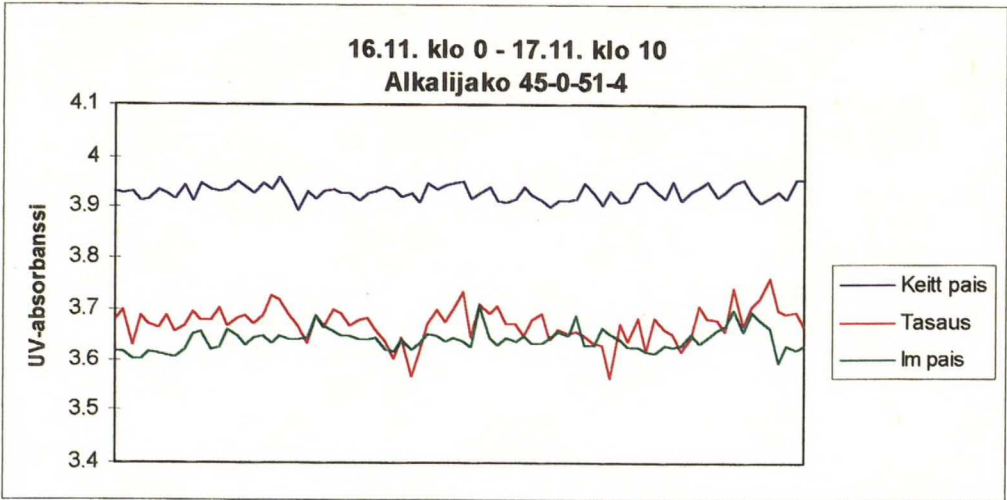
	Jäännösalkali g/l NaOH AA (vaikuttava alkali)				
Koeajo nro	1	2	4	5	6
Alkalijako	50-20	45-10	25-20	25-20	20-20
Syöttökierto	30.9	35			17
Im kierto	13.1	6.2			2.9
Im pais	12.5	6.6	4.3	4.7	2.3
Siirtokierto	24	31.8	21.5	23.2	35
Tasauskierto	15	20.8	12.5	12.9	18
Keitt pais ylä	7.5	9.6	10.8	11.3	9.6
Keitt pais ala	7.4	5.8			4.9
Pesukierto	7.8	4			8.2
Suodoslipeä	0.4	1.4			0.7

Taulukon 8 perusteella imeyttimen jäännösalkalitaso laskee alkaliannoksen painottuessa siirtokiertoon, kuten on odotettavissa.Koeajo nro 6:n aikana on imeyttimen paisunnan jäännöalkalitaso laskenut liian alas, mikä näkyy myös taulukossa 7 korkeana rejektiosuutena.

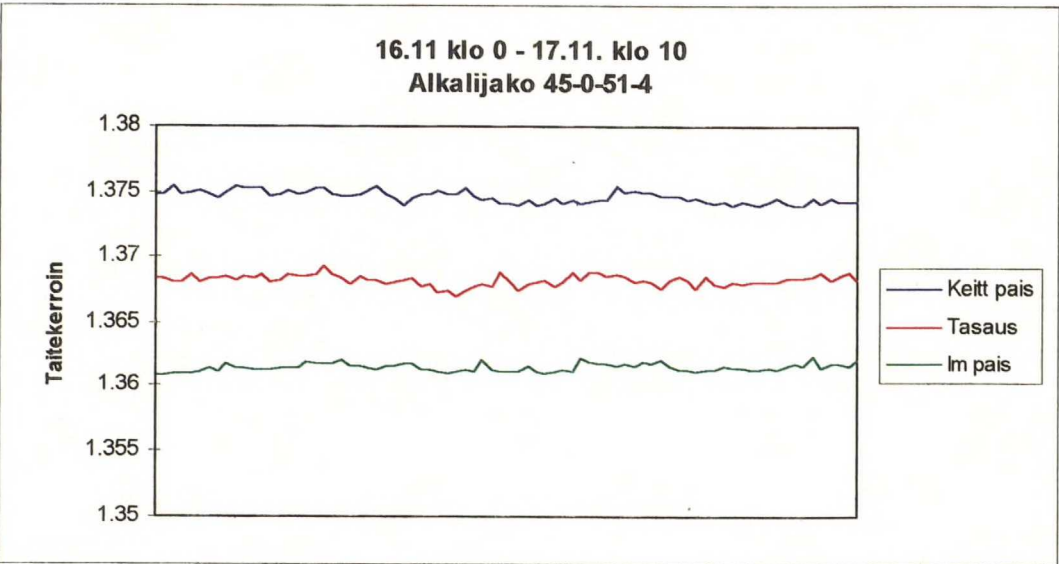
Koeajojen aikana on ollut käytössä ABB:n valmistama CLA 2000-keittoanalysaattori. Se on kytketty imeyttimen paisuntaan, tasauskiertoon ja keittimen paisuntaan yläsihdiltä. Analysaattori mittaa seuraavia suureita lipeästä [23]:

- 1. Johtokyky (korreloi alkalikonsentraation kanssa)
 - 2. UV-absorbanssi (korreloi liuenneen ligniinin konsentraation kanssa)
 - 3. Taitekerroin (korreloi liuenneen kokonaiskuiva-aineen konsentraation kanssa)
- Kuvissa esitetyt yksiköt ovat keittoanalysaattorin antamat. Yksiköitä ei muunnettu kuiva-aineen, ligniinipitoisuuden tai jäännöalkalin yksiköiksi.

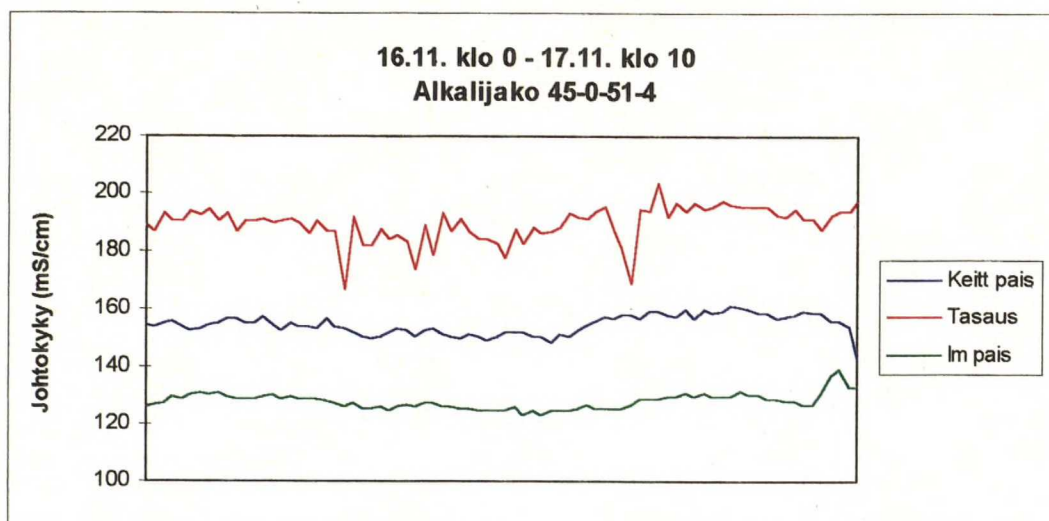
Kuvissa 32- 41 esitetään lipeäanalyyisit koeajojaksojen 3, 7 ja 8 ajalta.



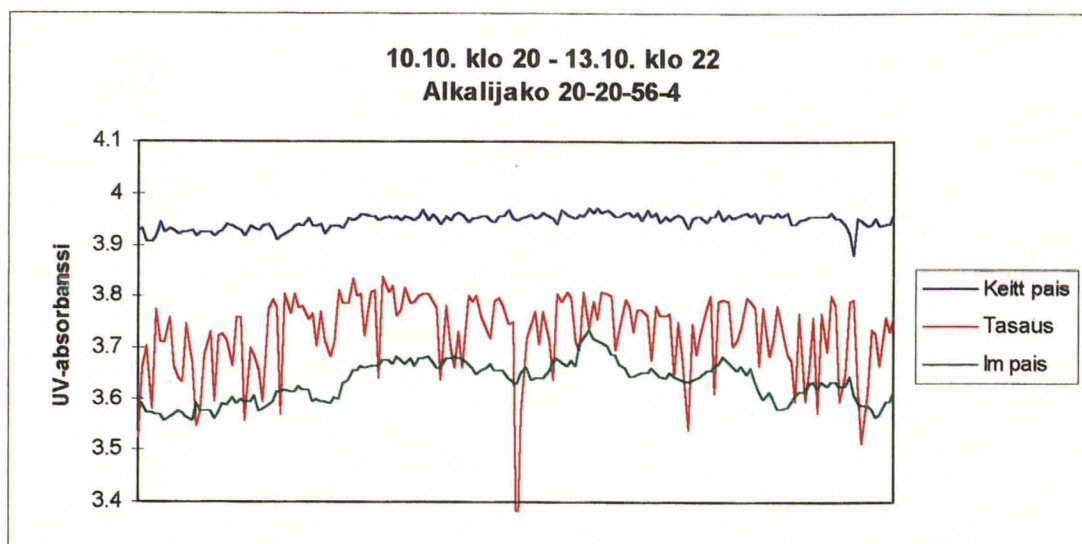
Kuva 32. UV-absorbanssi koeajojakson 3 aikana.



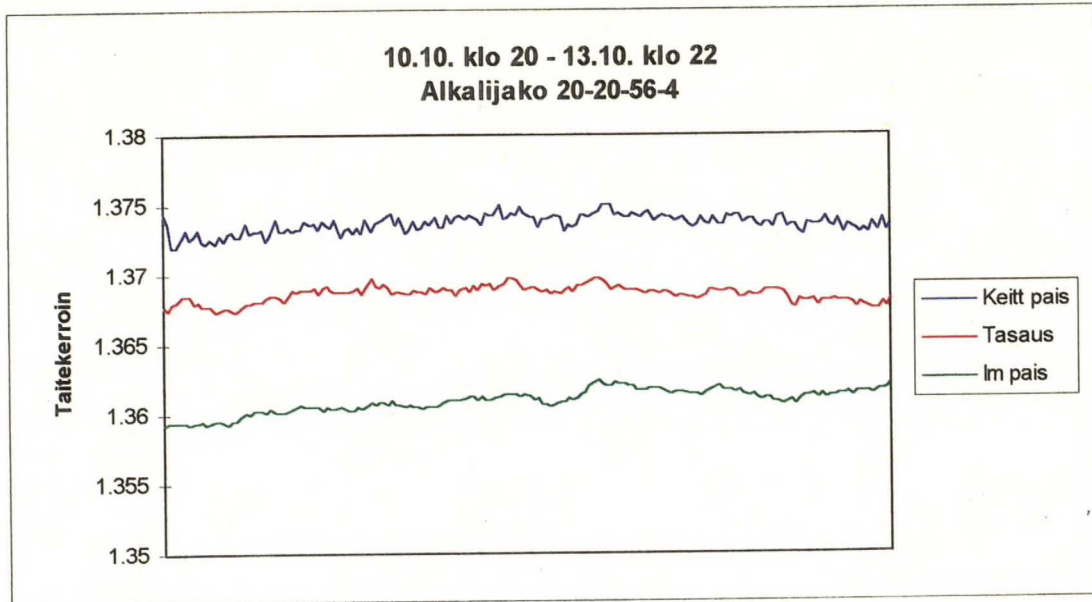
Kuva 33. Taitekerroin koeajojakson 3 aikana.



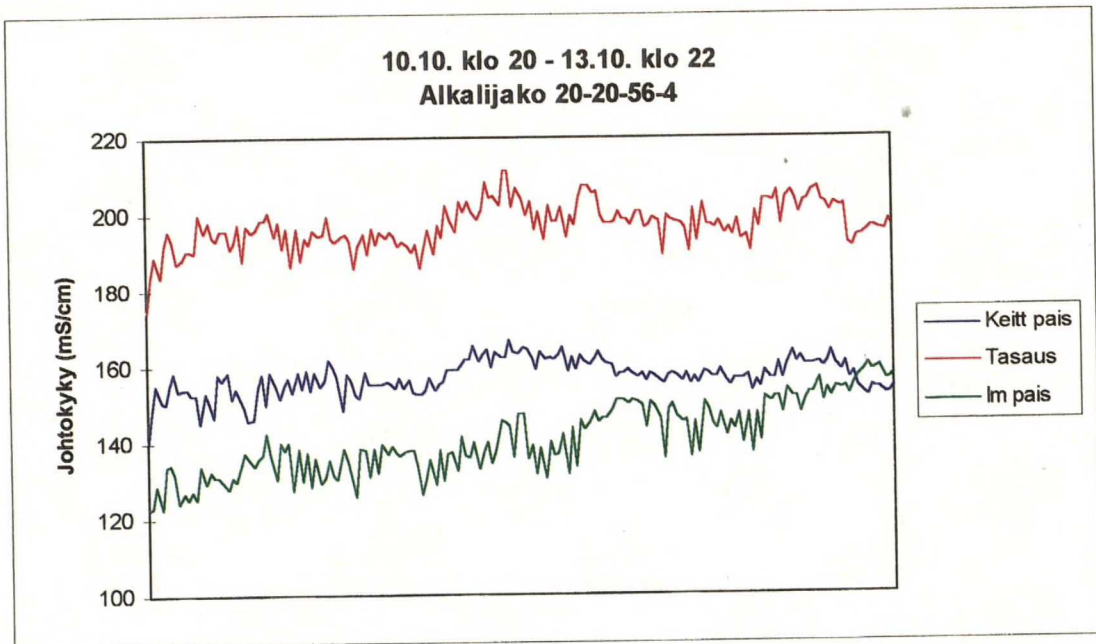
Kuva 34. Johtokyky koeajojakson 3 aikana.



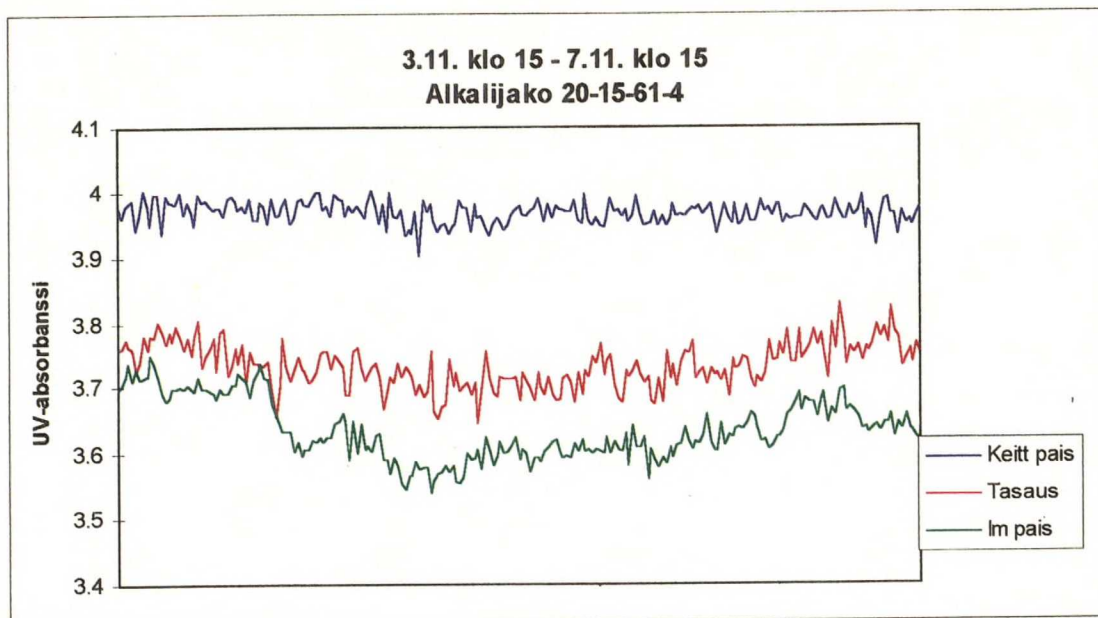
Kuva 35. UV-absorbanssi koeajojakson 6 aikana.



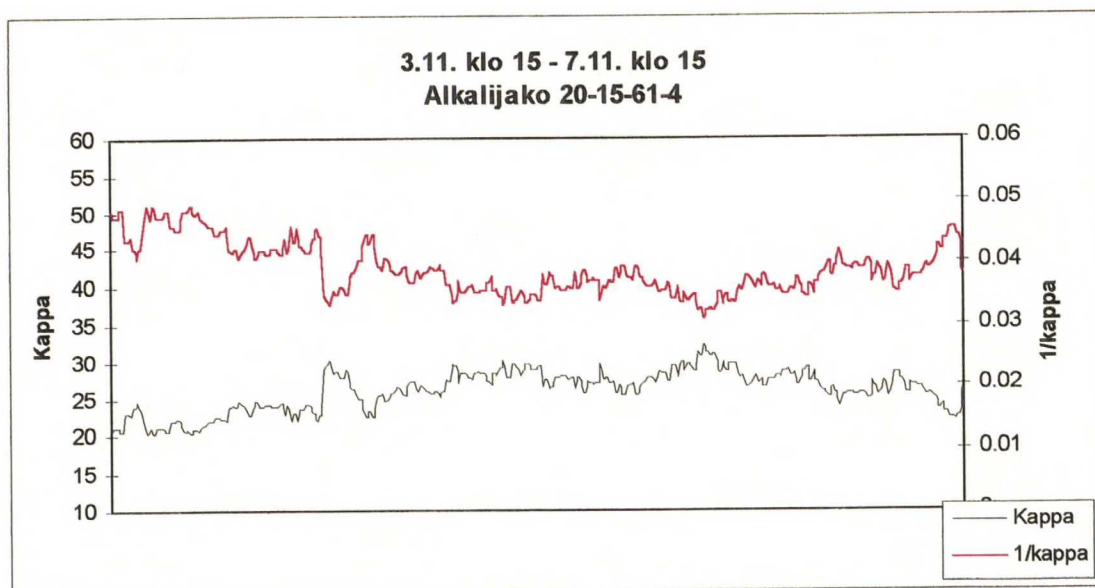
Kuva 36. Taitekerroin koeajojakson 6 aikana.



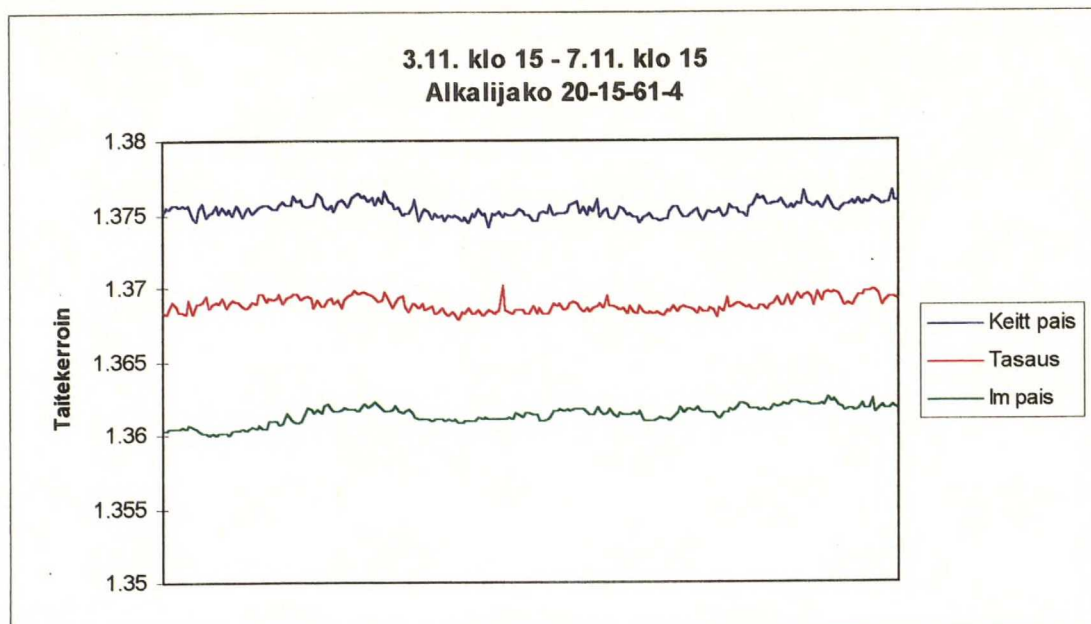
Kuva 37. Johtokyky koeajojakson 6 aikana.



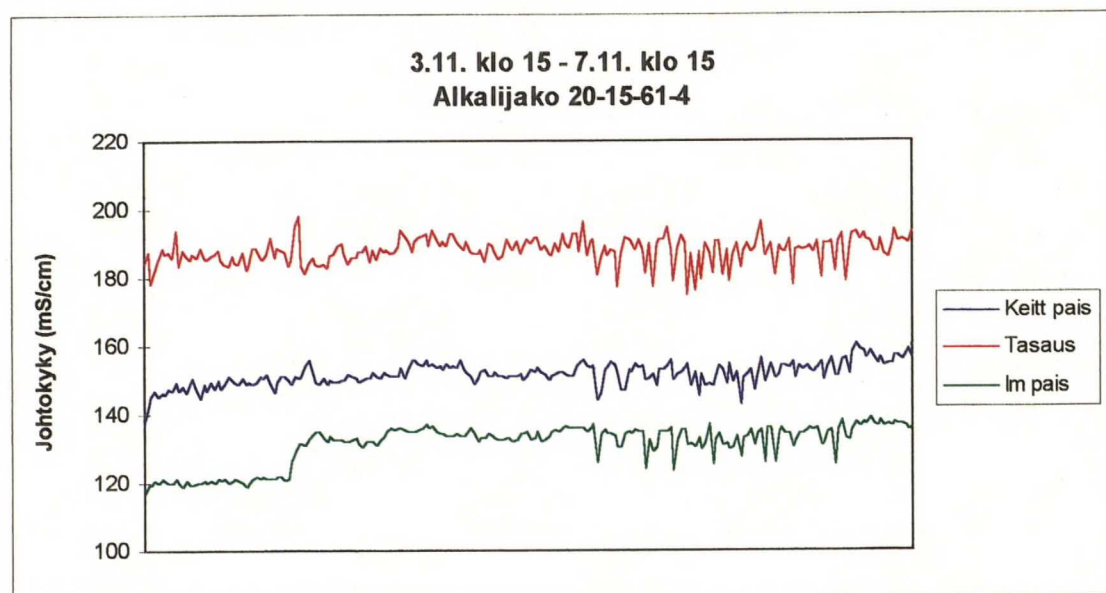
Kuva 38. UV-absorbanssi koeajojakson 8 aikana.



Kuva 39. Kappaluku ja kappaluvun käänteisarvo koeajojakson 8 aikana.



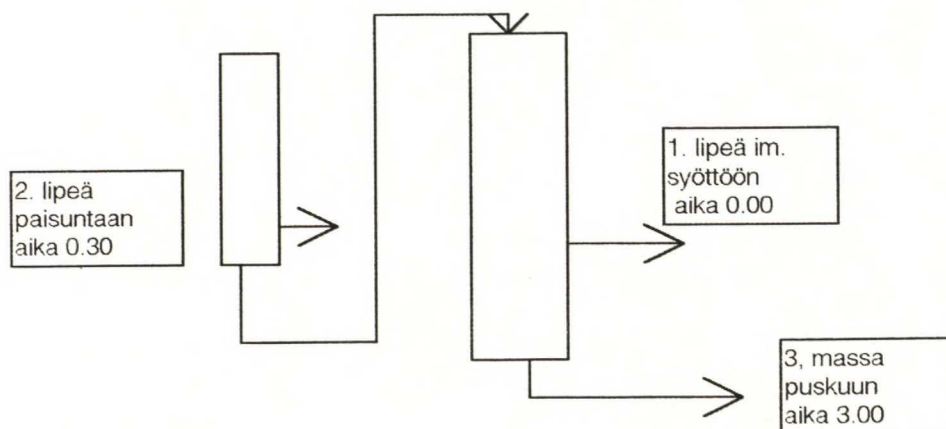
Kuva 40. Taitekerroin koeajojakson 8 aikana.



Kuva 41. Johtokyky koeajojakson 8 aikana.

Kuvien 32, 35 ja 38 perusteella koeajojaksossa 3 UV-absorbanssi tasauskierrossa on alhaisemmalla tasolla kuin koeajojaksoissa 6 ja 8. Koeajojaksossa 3 on massan repäisylujuus huomattavasti parempi kuin koeajojaksoissa 6 ja 8 kuten taulukosta 7 ilmenee. Sen sijaan taitekertoimissa ja johtokyvyissä ei ole merkittäviä eroja eri koeajojaksojen välillä. Liuenneen ligniinin konsentraatio tasauskierrossa on koeajojaksossa 3 ollut alempi kuin muissa, mutta liuenneen kokonaiskuiva-aineen konsentraatiossa

eroa ei näy. Tämä voi viitata siihen, että välillä imeyttimen paisunta-tasauskierto on koeajojaksossa 3 liennut vähemmän ligniiniä ja enemmän hemiselluloosia ja selluloosaa kuin koeajojaksoissa 6 ja 8. Kuitenkin keiton lopussa on jaksoissa 6 ja 8 liennut enemmän ligniiniä kuin jaksossa 3, koska jaksossa 3 on kappaluku ollut korkeampi kuin jaksoissa 6 ja 8. Tämä ero ei näy selvästi keittimen paisunnan UV-absorbanssin arvoissa, koska keittimen paisunnassa sekoittuvat paisunta- ja pesulipeä. Kuvassa 42 esitetään imeyttimen ja keittimen yksinkertaistettu kaaviokuva.



Kuva 42. Keittimen ja imeyttimen kaaviokuva.

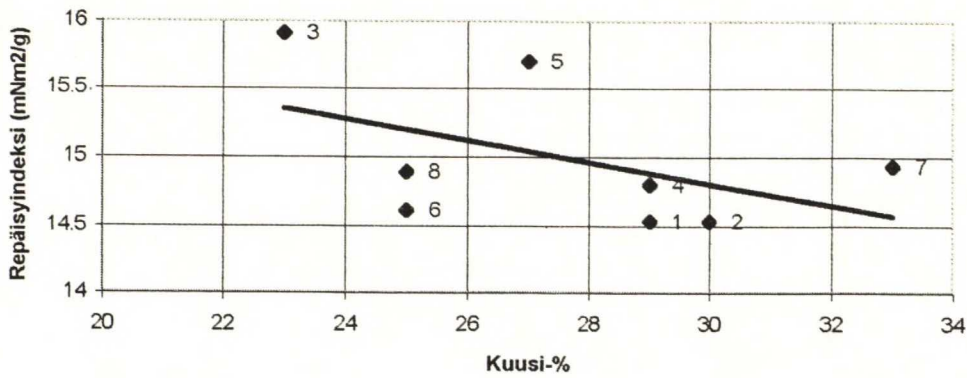
Kuvien 38 ja 39 perusteella imeyttimen paisunnan UV-absorbanssi ja kappaluvun käänteisarvo korreloivat hyvin, mikä on havaittu myös muissa koeajoissa. Tämä selittyy täyttömustalipeän lisäyksellä imeyttimeen. Kuvassa 42 kuvataan tapahtumaketju seuraavasti:

1. Hetkellä 0.00 massa on keittimen paisunnan kohdalla ja keittimen paisuntalipeästä osa johdetaan täyttömustalipeäksi imeyttimen syöttöön
2. Hetkellä 0.30 täyttömustalipeä imetään pois imeyttimen paisunnasta
3. Hetkellä 3.00 massa on puskun kohdalla

Tämän perusteella kun massan kappaluku laskee, niin keittimen paisunnan ligniinipitoisuus nousee ja tämä näkyy puolen tunnin kuluttua keittimen paisuntahetkestä imeyttimen paisunnassa. Muutos näkyy kolmen tunnin kuluttua puskumassan kappaluvussa. Täten imeyttimen paisunnan kuiva-aineen muutos on kaksi ja puoli tuntia edellä kappaluvun muutosta ja imeyttimen paisunnan UV-absorbanssi ja kappaluvun käänteisarvo seuraavat toisiaan. Myös keittimen paisunnan UV-absorbanssissa näkyvät kappaluvun muutokset, mutta eivät yhtä selvästi kuin imeyttimen paisunnassa.

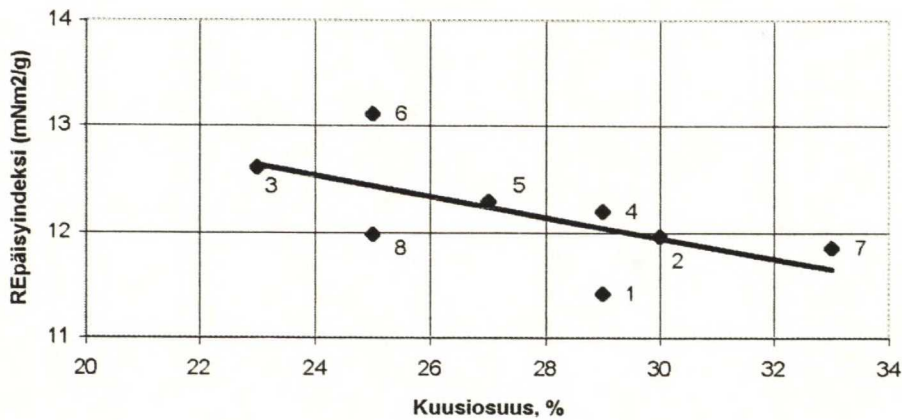
10.5 Raaka-aineen vaikutus massan laatuun

Tehdasmassan kuusiosuus vaihteli koeajojen aikana 23 ja 33 prosentin välillä. Kuvissa 43 ja 44 nähdään kuusiosuuden vaikutus repäisyindeksiin.



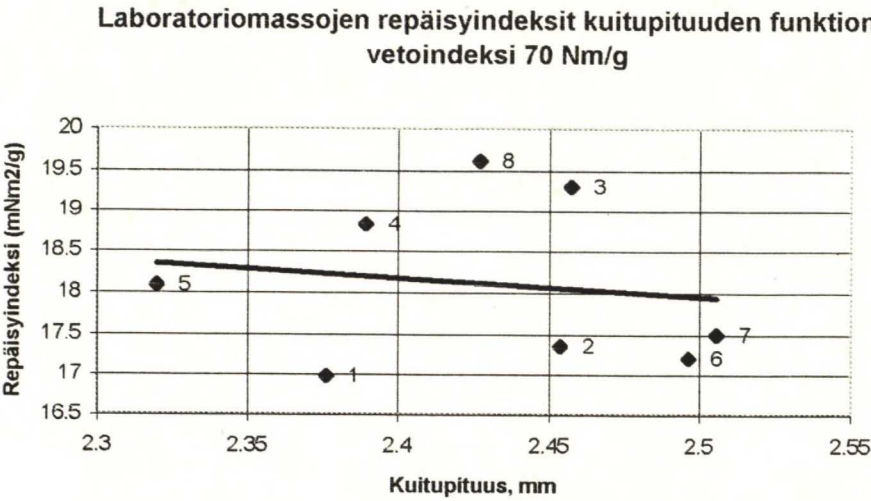
Kuva 43. Repäisyindeksi vetoindeksin arvolla 70 Nm/g kuusiosuuden funktiona (Valley-jauhatus).

Repäisyindeksi (veto 90) kuusiprosentin funktiona

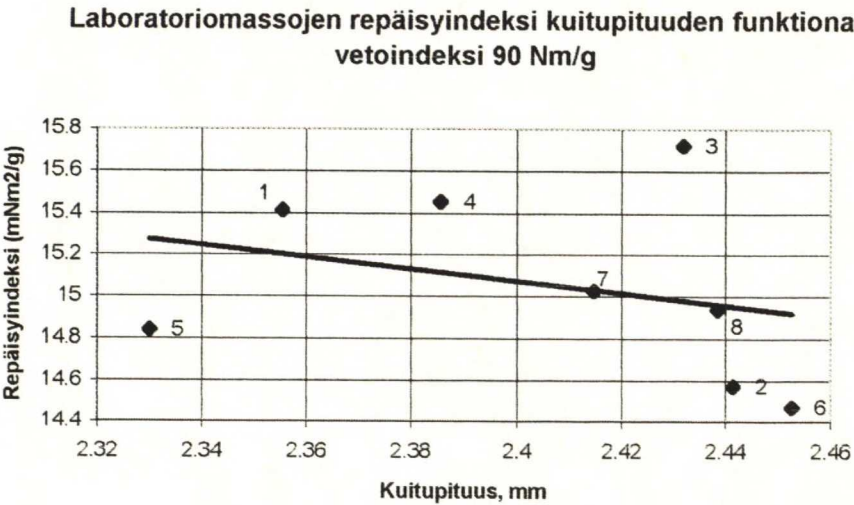


Kuva 44. Repäisyindeksi vetoindeksin arvolla 90 Nm/g kuusiosuuden funktiona (Valley-jauhatus).

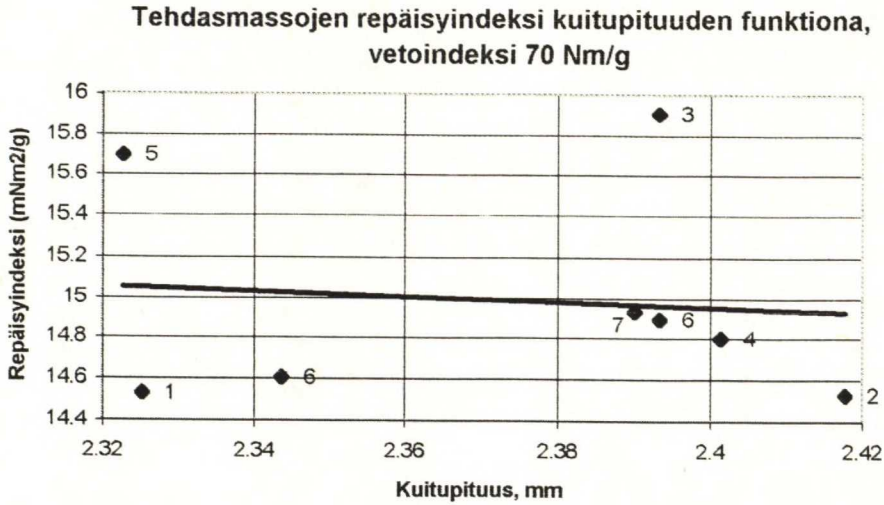
Päinvastaisista odotuksista huolimatta saatiin parhaat repäisylujuudet massan kuusiprosentin ollessa alhainen. Kuusiprosentin vaihtelu oli koejaksojen välillä suuri, 23-33 prosenttia. Todennäköisesti kuitenkin paremman lujuuden syynä ei ole se, että kuusiprosentti on alhainen vaan muut tekijät. Kuvissa 45-47 kuvataan kuitupituuden vaikutusta repäisylujuuteen.



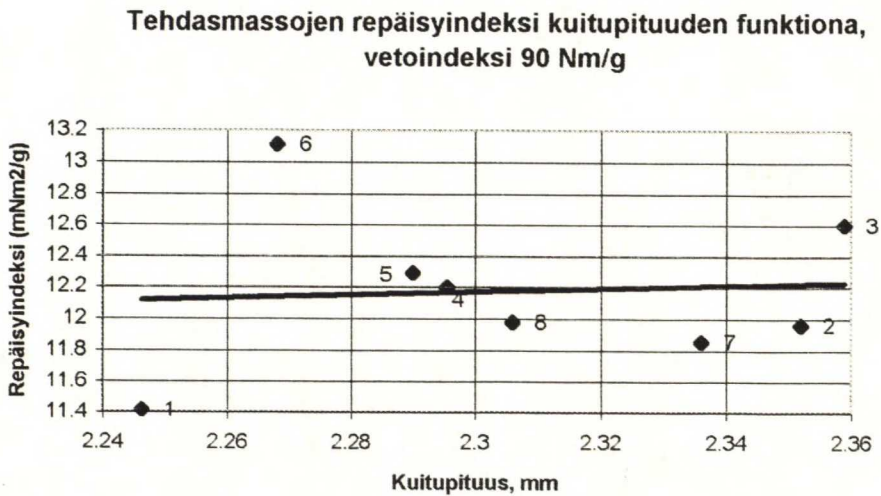
Kuva 45. Laboratoriomassojen repäisyindeksi vetoindeksin arvolla 70 Nm/g keskimääräisen kuitupituuden funktiona (Valley-jauhatus).



Kuva 46. Laboratoriomassojen repäisyindeksi vetoindeksin arvolla 90 Nm/g keskimääräisen kuitupituuden funktiona (Valley-jauhatus).



Kuva 47. Tehdasmassojen repäisyindeksi vetoindeksin arvolla 70 Nm/g keskimääräisen kuitupituuden funktiona (Valley-jauhatus).

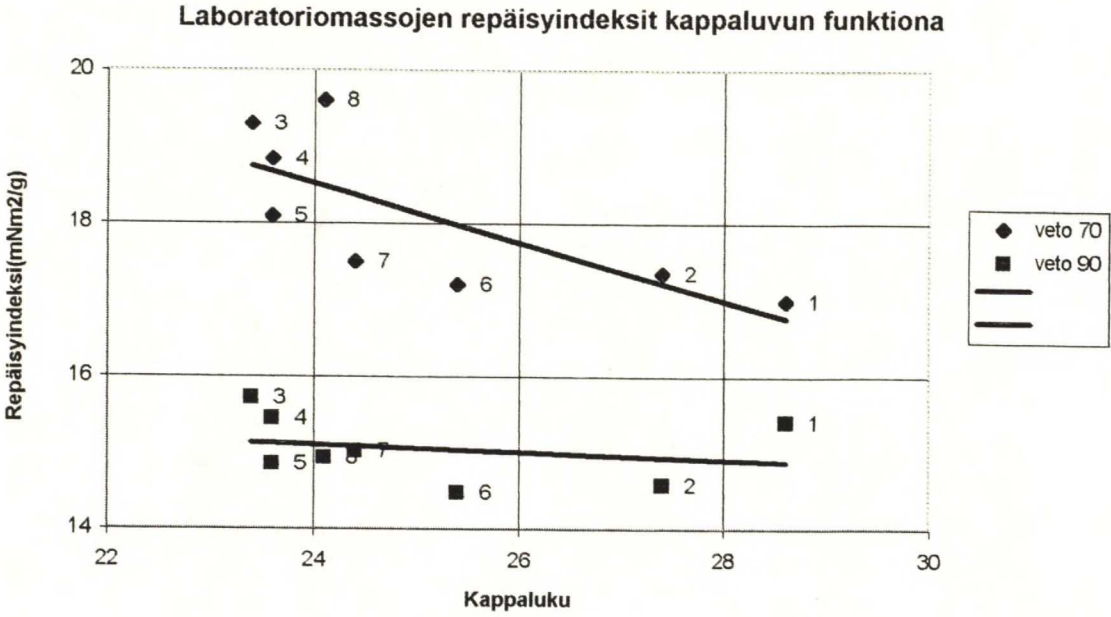


Kuva 48. Tehdasmassojen repäisyindeksi vetoindeksin arvolla 90 Nm/g keskimääräisen kuitupituuden funktiona (Valley-jauhatus).

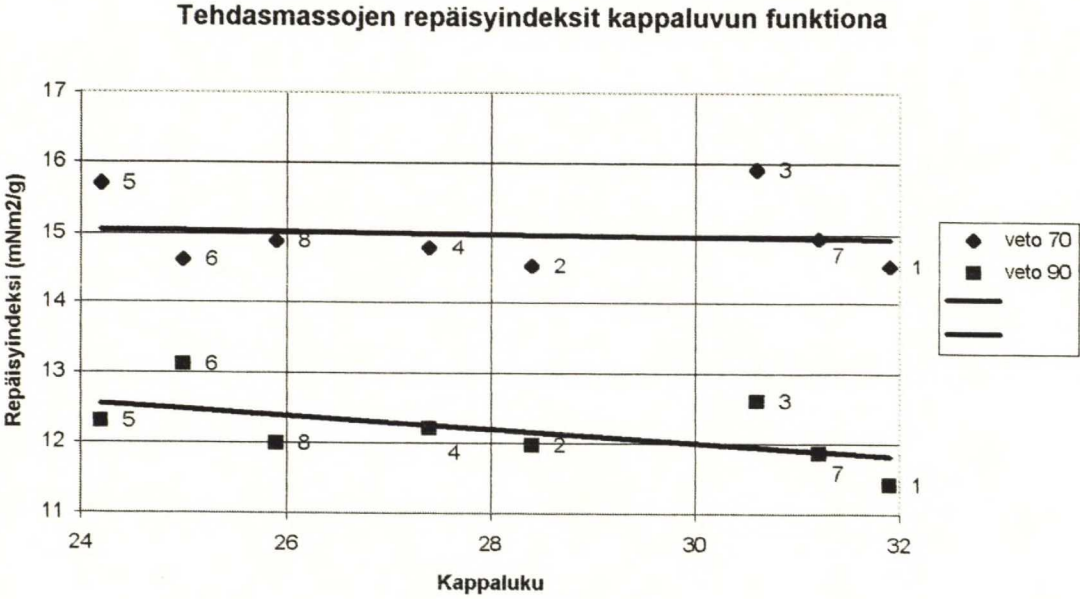
Kuvien 45-48 perusteella repäisylujuuden vaihteluita ei voi selittää keskimääräisen kuitupituuden vaihteluilla. Parhaat repäisylujuudet näyttävät sijoittuvan kuvaajiin melko satunnaisesti eikä ainoastaan suuremman kuitupituuden alueelle, kuten voisi olettaa.

10.6 Ruskean massan ominaisuudet

Kuvassa 49 esitetään laboratoriomassojen repäisyindeksi kappaluvun funktiona ja kuvassa 50 sama kuvaaja tehdasmassojen osalta.



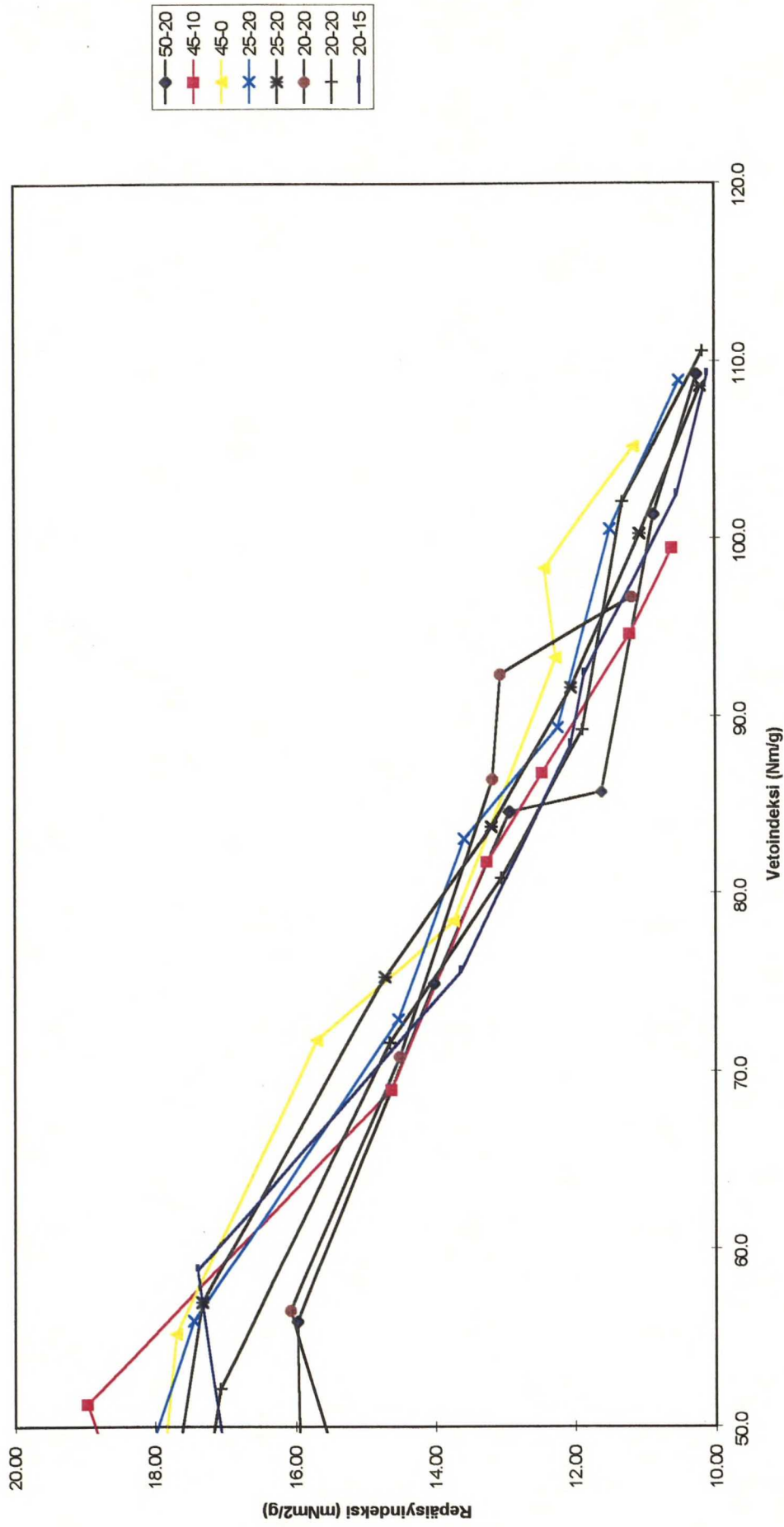
Kuva 49. Laboratoriomassojen repäisyindeksi kappaluvun funktiona vetoindeksin arvoilla 70 Nm/g ja 90 Nm/g (Valley-jauhatus).



Kuva 50. Tehdasmassojen repäisyindeksi kappaluvun funktiona vetoindeksin arvoilla 70 Nm/g ja 90 Nm/g (Valley-jauhatus).

Kuvan 49 perusteella laboratoriomassoilla kappaluvun laskiessa repäisylujuus vetoindeksin vakioarvolla kasvaa. Sen sijaan tehdasmassojen osalta kappaluvulla ei näytä olevan vaikutusta repäisylujuuteen. Tehdasmassoissa massa nro 3 erottuu trendistä selkeästi edukseen. Tämän perusteella voidaan koeajojakson 3 massaa pitää lujuudeltaan parhaimpana. Kuvassa 51 esitetään repäisy-vetodiagrammi kaikkien koeajojaksojen massoista.

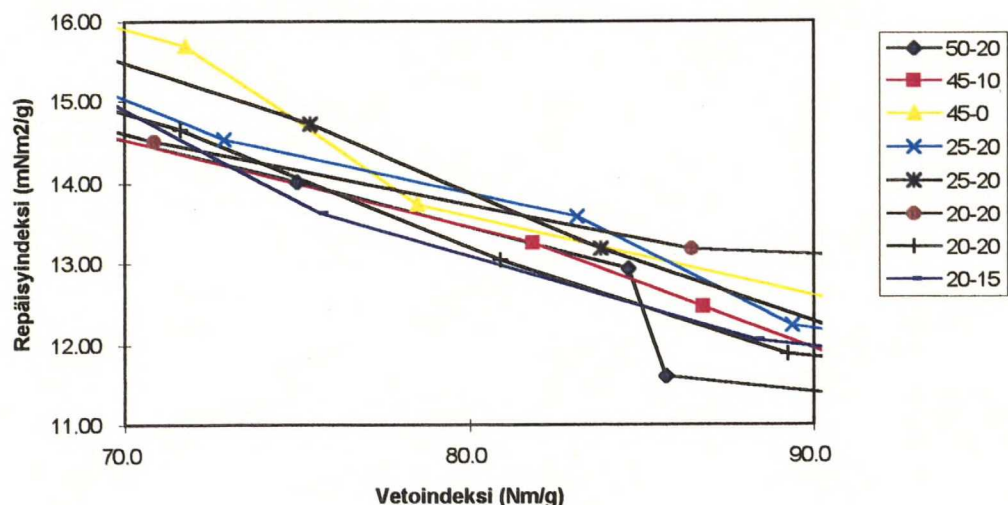
Repäisyindeksi vetoindeksin funktiona



Kuva 51. Ruskean massan Valley-jauhatus: repäisyindeksi vetoindeksin funktiona.

Kuvan 51 perusteella lujimmat massat ovat massat numerot 3, 4 ja 5. Näissä kolmessa koeajojaksossa imeyttimeen syötettiin 45 % alkaliannoksesta. Tämän perusteella voidaan sanoa alkalijaon optimin lujuuden osalta olevan 45 % imeyttimeen, 51 % siirtokiertoon ja 4 % pesukiertoon. Kuvassa 52 esitetään repäisyindeksi vetoindeksin arvoilla 70 Nm/g ja 90 Nm/g.

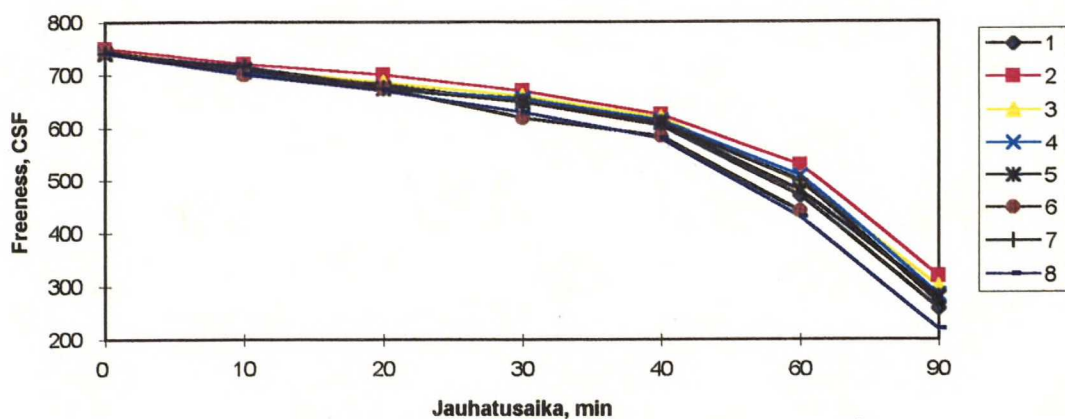
Repäisyindeksi vetoindeksin funktiona



Kuva 52. Ruskean massan Valley-jauhatuus: repäisyindeksi vetoindeksin arvoilla 70 Nm/g ja 90 Nm/g.

Kuvassa 53 esitetään massojen jauhautuvuus (freeness jauhatusajan funktiona).

Jauhautuvuus, CSF

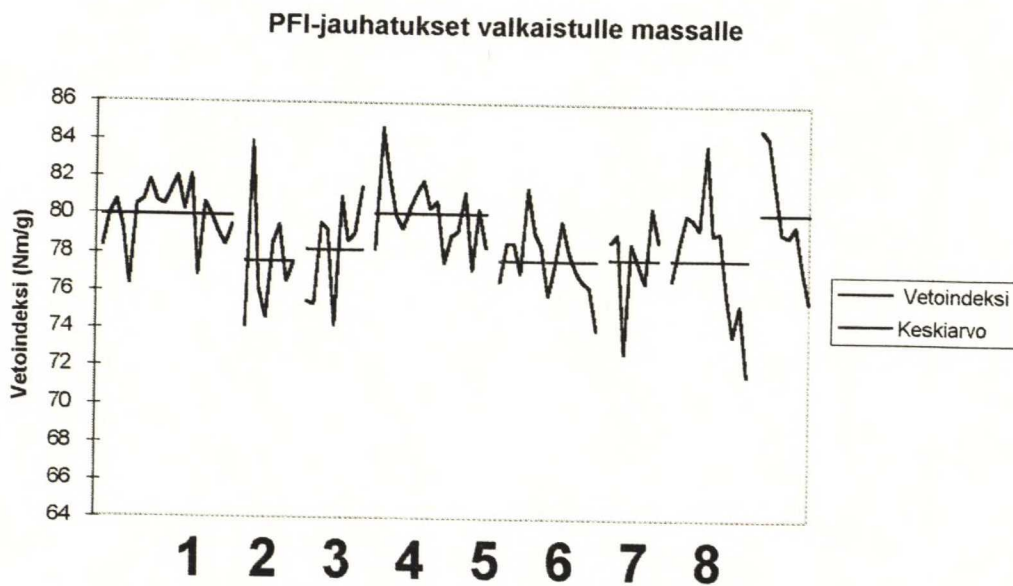


Kuva 53. Freenessin kehitys jauhatusajan funktiona, ruskean massan Valley-jauhatuus.

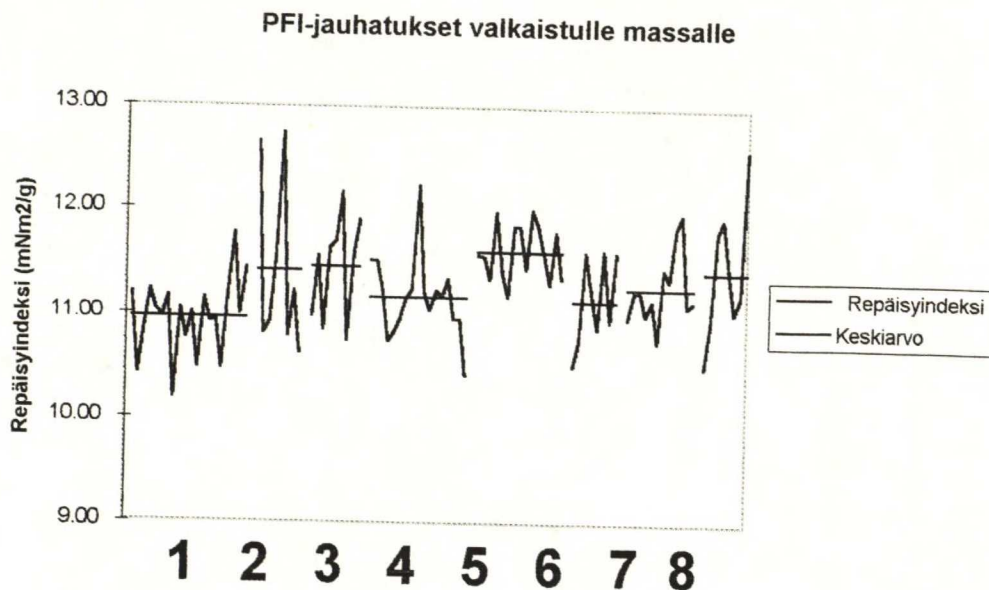
Kuten kuvasta 53 nähdään alkalijaolla ei ole merkittävää vaikutusta massan jauhautuvuuteen.

10.7 Valkaistun massan ominaisuudet

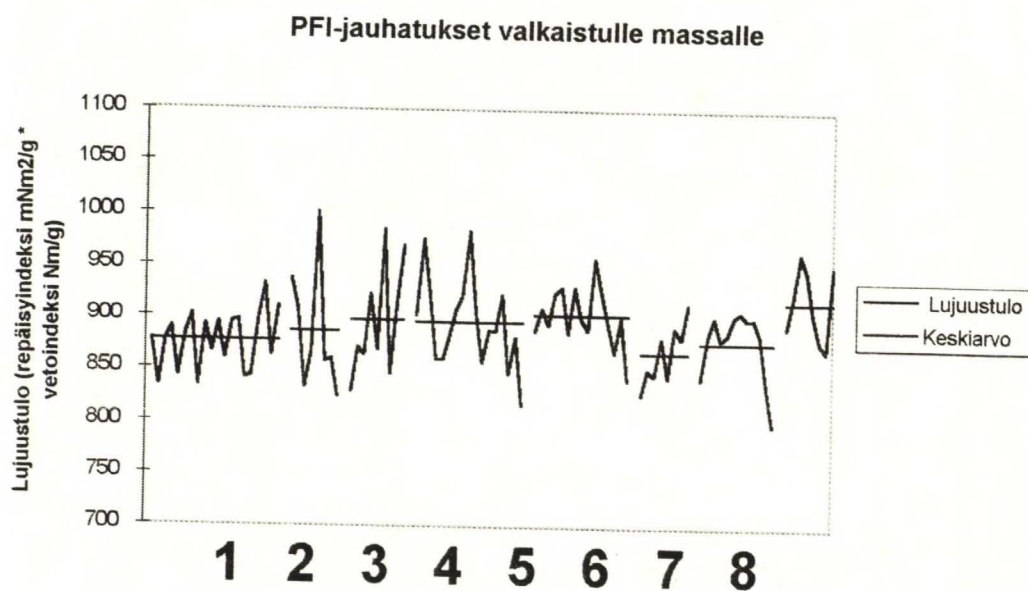
Kuvissa 54-56 kuvataan valkaistun massan ominaisuuksia. Massanäytteet on otettu valkaisun D2-suotimelta kolme kertaa vuorokaudessa. Massat on jauhettu 900 kierroksen PFI-jauhatuksella.



Kuva 54. Valkaistun massan PFI-jauhatus: vetoindeksi eri koejaksoilla.



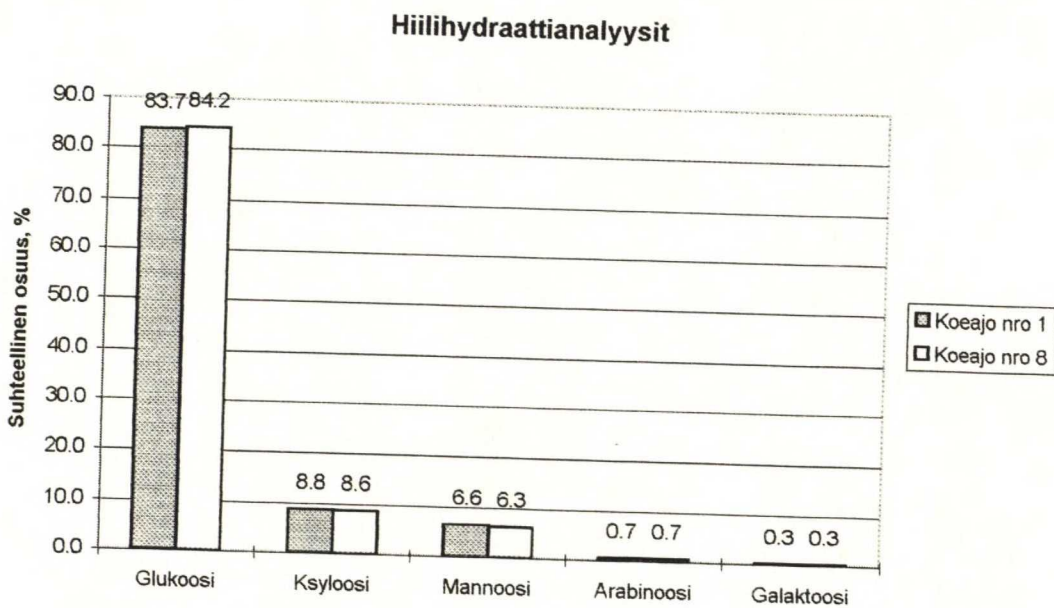
Kuva 55. Valkaistun massan PFI-jauhatukset: repäisyindeksi eri koejaksoilla.



Kuva 56. Valkaistun massan PFI-jauhatukset: lujuustulo eri koejaksoilla.

Kuvan 54 perusteella massan jauhautuvuus vaihtelee jonkin verran, mutta eri koejaksojen välillä ei ole havaittavissa trendiä. Kuvan 55 perusteella korkeimmat repäisyindeksit saatiin koejaksoissa 5, 8 ja 3. Kuvan 56 perusteella lujuustuloltaan korkeimmat massat ovat 8, 5, 4 ja 3. Jaksojen 3 ja 5 massat

erottuvat myös ruskean massan jauhatuksissa hyvien lujuuksiensa ansiosta. On huomattava, että jaksojen 4 ja 5 välisen imeyttimen nestepuusuhteen nostolla näyttäisi olevan selvästi positiivinen vaikutus repäisylujuuteen ja myös lievästi positiivinen vaikutus lujuustuloon, mikä oli odotettavissa myös ruskean massan jauhatustulosten perusteella. Jauhatustulosten perusteella voidaan päätellä, että pienempi alkaliannos keiton alkuvaiheessa ja imeyttimen nestepuusuhteen nosto parantavat massan lujuusominaisuuksia. Kuvien 28 ja 55 vertailusta voidaan todeta, että lujuudeltaan parhaimmat massat kuvassa 55 vastaavat repäisyindeksin osalta kuvan 28 parhaita massoja. Kuvassa 57 vertaillaan koeajojen 1 ja 8 massojen hiilihydraattikoostumuksia.



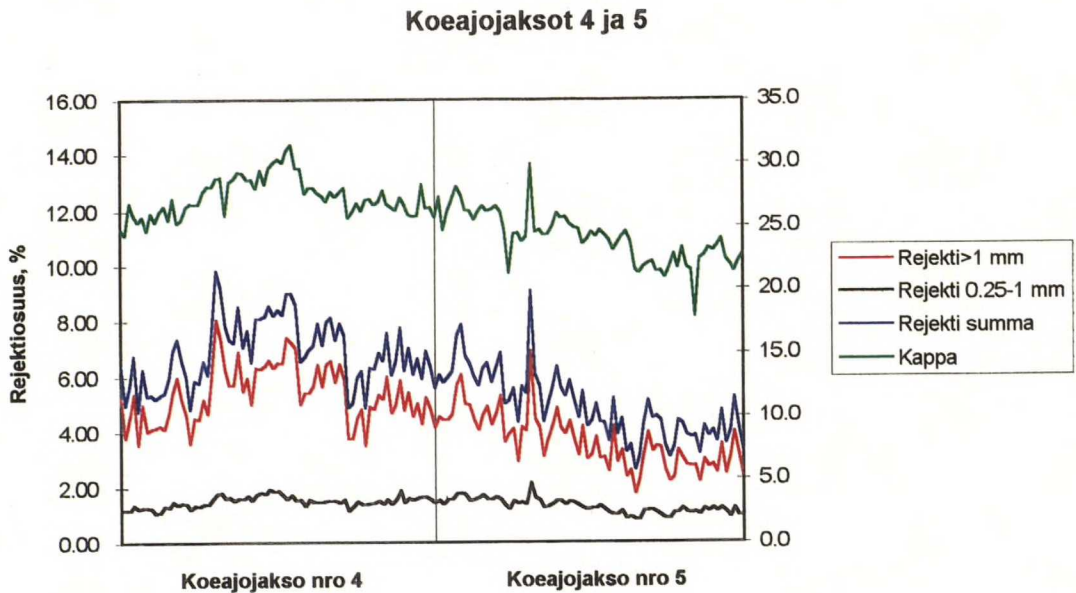
Kuva 57. Hiilihydraattianalyysit koeajoista 1 ja 8.

Kuvan 57 perusteella massassa 1 on vähemmän glukoosia ja enemmän ksyloosia ja mannoosia kuin massassa 8. Sen sijaan arabinoosin ja galaktoosin osuudet ovat samat. Analyysien perusteella mahdolliset saantoerot massojen 1 ja 8 ovat pieniä.

10.8 Prosessissa tapahtuvat vaihtelut

Koeajojaksoissa 4 ja 5 tutkittiin nopeita vaihteluita prosessissa. Jakso kesti yhteensä 48 tuntia. 24 tunnin jälkeen muutettiin imeyttimen nestepuusuhte 3,5:stä 4,0:aan. Massanäyte otettiin oksanerottimen syötöstä 5 minuutin välein ja neljä peräkkäistä näytettä yhdistettiin siten, että yksi näyte edustaa 20 minuutin jaksoa. Massanäytteistä analysoitiin rejekti kahden seulalevyn yhdistelmällä

sekä kappaluku. Ensimmäisen vuorokauden näytteistä koottiin koeajojakson 4 näyte ja vastaavasti toisen vuorokauden näytteistä koeajojakson 5 näyte. Kuten kuvasta 58 ilmenee seuraa rejektiosuus tarkkaan kappalukua. Koejakson 5 lujuudet ovat merkittävästi paremmat kuin koejakson 4. Tämän perusteella voidaan sanoa, että imeytymisen nestepuusuhteen nostolla on myönteinen vaikutus massan lujuuteen. Toisaalta koejakson 5 kappaluku on keskimäärin 3 yksikköä alempi kuin koejakson 4. Tämä vaikuttaa koejakson 5 parempaan lujuuteen. Toisaalta on teorian pohjalta oletettavissa, että imeytyksen nestepuusuhteen nosto vaikuttaa positiivisesti keiton homogeenisuuteen ja täten parantaa lujuutta.



Kuva 58. Kappaluku ja rejektiosuudet koejaksojen 4 ja 5 aikana.

Tikan [24] raportissa on vertailtu Kuusanniemen sellutehtaan havumassan laatua kolmessa koejaksossa. Vertailun perusteella vuonna 1993 ajetuissa kahdessa koejaksossa rejektiosuus oli huomattavasti alempi kuin kolmannessa koejaksossa, joka on sama jakso kuin tämän työn jaksot 4 ja 5. Lujuusominaisuuksiltaan kolmen koeajojakson massojen välillä ei ole suuria eroja.

11 YHTEENVETO

Erilaisilla jatkuvatoimisen keiton muunnelmilla pyritään saamaan muun muassa seuraavia parannuksia verrattuna perinteiseen ajotapaan.

1. Keiton jatkaminen pidemmälle lujuuden kärsimättä
2. Valkaistavuuden paraneminen ja valkaisuKemikaalien kulutuksen lasku
3. Saannon nousu
4. Ympäristökuormituksen pieneneminen
5. Keitinpesun paraneminen
6. Paisuntakapasiteetin nosto
7. TCF-valkaisun mahdollistaminen

Kirjallisuusosassa referoituihin artikkeleihin on kuitenkin suhtauduttava tietyllä kriittisyydellä. Suurin osa artikkeleista on laitetoimittajien kirjoittamia ja usein saadut tulokset ovat optimiarvoja. Jokapäiväisessä tuotannossa muunnokset kuten esimerkiksi pesukierron virtauksen kasvattaminen saattavat aiheuttaa ajettavuusongelmia. Useinkin tuotannon määrä ajaa pienten lujuusparannusten edelle tärkeysjärjestyksessä ja pyritään ajamaan jatkuvatoimista keitintä varman päälle. Muunnelmilla on kuitenkin potentiaalia, koska monet tehtaat soveltavat muunnettuja keittotapoja joko täydellisesti tai osittain.

Kokeellisen osan perusteella laboratoriokeiton ilmoittamaa hakkeen lujuuspotentiaalia ei voida pitää täysin luotettavana. Hakkeen laadunvaihteluista johtuen laboratoriokeiton kappaluku vaihtelee ja tämä osaltaan vaikuttaa saadun massan lujuuteen. Tehdasmassojen rejektiosuudet ovat korkeita ja rejektimäärän vaihtelu on suurta. Ajettaessa tasoseulalla rejektiosuus nousee korkeammaksi kuin seulottaessa paksuusseulalla. Jos jäännösalkalitaso keiton jossain vaiheessa laskee liian alas, on tuloksena rejektimäärän kasvu.

Hakkeen kuusiosuus tai massan kuitupituus eivät näytä selittävän lujuuden vaihteluita massassa. Ruskean massan lujuudessa ei ole suuria lujuuseroja kappaluvun vaihdellessa arvojen 25 ja 30 välillä. Lujuudeltaan korkeimmat ruskeat massat saatiin alkalijaolla, jossa imeyttimeen syötetään 45 % alkalista, jolloin myös rejektin määrä pysyy kohtuullisella tasolla. Jos alkalia annostellaan alle 40 % imeyttimeen alkavat rejektimäärät kasvaa. Alkalin jakosuhteella imeyttimeen syötön ja imeyttimeen kierron välillä ei ole suurta vaikutusta. Hyvät lujuusarvot säilyvät myös valkaistulla massalla. Erilaisilla alkalijaolla keitetyillä massoilla ei ole merkittäviä eroja jauhautuvuudessa. Hiilihydraattikoostumuksessa on havaittavissa pieniä eroja alkalijaon muuttuessa. Imeyttimen nestepuusuhteen nostolla on positiivinen vaikutus massan lujuusominaisuuksiin. Alkalijaon muutoksilla ei ollut vaikutusta keittimen ajettavuuteen.

12 EHDOTUKSET JATKOTOIMENPITEILLE

Rejektin määrä oli kaikissa koeajojaksoissa korkea. Tässä työssä ei käytetty lainkaan perinteistä ajomallia, jossa kaikki alkali syötetään imeyttimeen syöttöön. Olisi mielenkiintoista nähdä, kuinka suuri rejektiosuus saadaan kyseisellä

ajomallilla ja mikä olisi kyseisellä tavalla keitetyn massan lujuus. Saattaa myös olla, että lujuuden nousu alkan määrää keiton alusta vähentämällä tapahtuu saannon kustannuksella. Saantoa voitaisiin määrittää laboratoriokeitetyn massan ja tehdasmassan hiilihydraattianalyysjä vertailemalla. Eräs tapa pienentää rejektin määrää ja parantaa massan lujuutta olisi keiton homogeenisuuden parantaminen. Parempaan homogeenisuuteen taas päästäisiin pasutusta ja imeytystä parantamalla. Nykyisellä laitteistolla ja ajotavalla talvisin jäinen hake ei lämpene eikä pasuunnu kunnolla hakesiilon ja pasuttimen lyhyestä viiveestä johtuen. Hakkeen palakokojakauman optimoinnilla pystyttäisiin parantamaan massan lujuutta. Myös seulontaan on kiinnitettävä huomiota, koska esimerkiksi liiallinen pienen hakejakeen osuus keittoon tulevassa hakkeessa vaikeuttaa keittimen virtauksia ja näin huonontaa keittimen ajettavuutta.

LÄHDELUETTELO

1. Schotte, J., Driftserfarenheter med Kamyr's kokerisystem. Kamyr Symposium. Esbo, Finland, 15-20 maj, 1988. s 38-60.
2. Nykänen, T., Kamyr-keittämö tänään. Helsinki 1989. Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskus, Julkaisu 160-89, Sulfaattisellun keitto ja happivalkaisu, 9 s.
3. Gullichsen, J., Chemical pulping technology and contemporary environmental issues. Pap. Puu 72(1990)2, s. 108-114.
4. Jiang, J.E., Modifioitu sulfaattikeitto-perusteet ja sovellukset jatkuvatoimisessa keitossa. Sellutehtaan avainkysymykset, Kotka 14-15.9.1994. A. Ahlström Oy, Kotka, 1994. 10 s.
5. Dillner, B., MCC-massa - blekbarhet och andra massaegenskaper. Kamyr Symposium. Esbo, Finland, 15-20 maj, 1988. s 94-115.
6. Jokela, V., Sulfaattikeiton viimeaikainen kehitys ja keittomuunnelmat. Helsinki 1989. Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskus, Julkaisu 160-89, Sulfaattisellun keitto ja happivalkaisu. 18 s.
7. Greenwood, B. F., A review of the basis for and the current status of modified continuous cooking. 1988 AIChE Forest Products Division Sessions. Washington, D. C., November 27-December 2, 1988. TAPPI Press, Atlanta, 1988. s. 9-32.

8. Stromberg, B., Modified continuous cooking - an update. 1987 Pulping Conference. Washington, D. C, November 1-5, 1987. TAPPI Press, Atlanta, 1987. s. 453-458.
9. Whitley, D. L., Zierdt, J. R. & Lebel, D. J., Mill experiences with conversion of a Kamyr digester to modified continuous cooking. Tappi 73(1990)1, s. 103-108.
10. Råmark, H., Modifioitu jatkuvatoiminen keitto. Helsinki 1994.
Ammatinedistämislaitos - Insinöörijärjestöjen Koulutuskeskus, Julkaisu P901601, Sellunkeiton ja valkaisu kehitys. 15 s.
11. Jiang, J. E., Greenwood, B. F., Phillips, J. R., Lowe, R. W. & Macas, T. S., Combining modified continuous cooking with two-stage oxygen bleaching for optimal extended delignification. New Available Techniques and Current Trends. Bologna, Italy, May 19-22, 1992. SPCI / ATICELCA, 1992. s. 89-99.
12. Andtbacka, S., Low kappa pulping with isothermal cooking and chlorine free bleaching. 47th Appita Annual General Conference. Rotorua, New Zealand, April 19-23, 1993. Appita, 1993. s. 27-33.
13. Anon., ITC Isothermal Cooking. esite, Kvaerner Pulping, 1994. 4 s.
14. Dillner, B., Isothermal cooking. International Papermaker 56(1993)2, s. 35-36.
15. Dillner, B., Isotermisk kokning - lägre kappatal och lättblekt massa. Svensk Pappertidn. 96(1993)2, s. 22-24.
16. Dillner, B. & Tibbling P., Isothermal cooking to low kappa numbers facilitates TCF bleaching to full brightness. 1993 Non-Chlorine Bleaching Conference. Hilton Head, SC, March 14-18, 1993. Miller Freeman Inc., San Francisco, 1993, 27 s.
17. Hjort, A., Isotermisk kokning (ITC). Kontinuerliga Klubben. Gävle, 2 december, 1993. Kvaerner Pulping, Karlstad, 1993, 13 s.
18. Gurandsrud, K. J., Isotermisk koking: Ny modifisering av Kamyr-prosessen. Skog Ind. 46(1992)12, s. 13-14.
19. Brönlund, T., ITC-ombyggnad i Tofte. Kontinuerliga Klubben. Gävle, 2 december, 1993. Kvaerner Pulping, Karlstad, 1993, 13 s.
20. Agebjörn, J., ITC-ombyggnad i Mönsterås. Kontinuerliga Klubben. Gävle, 2 december, 1993. Kvaerner Pulping, Karlstad, 1993, 19 s.

21. Marcoccia, B. & Laakso, R. Lo-Solids-keitto: Teoriatausta ja tehdaskokeet. Sellutehtaan avainkysymykset, Kotka 14-15.9.1994. A. Ahlström Oy, Kotka, 1994. 21 s.
22. Höglund, O., Pehu-Lehtonen, K. & Hjort, A., Kraft pulping with black liquor pretreatment. 1994 Pulping Conference. San Diego, CA, November 6-10, 1994. TAPPI Press, Atlanta, 1994. s. 1225-1231.
23. Anon., CLA 2000 Cooking Liquor Analyzer. esite, ABB, 1994. 4 s.
24. Tikka, P., Supersellu, tehdaskokeet 1993-1994. Julkaisematon seloste. 1995.

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY										
Tutkimuskeskus										
Paperi- ja sellulaboratorio			LS.AT.TP.					11/01/94		
Mänty 649		keitto		2891		:n liittyvien lastujen sekä keitto- ja mustalipeän analyysituloksia				
Valkolipeä haettu Kni sellutehtaalta				31.08.1994		Valkolipeä :				Na2O:na
Lastut haettu Kni sellutehtaalta				20.10.199Z						g/l
						NaOH				78.1
Lastut n:o				Mänty 649		Na2S				37.2
						Na2CO3				24.2
Kuiva-aine		%			47.3					
								Titrautuva alkali g/l		
Puuaineen tiheys		kg/m3			382			Vaikuttava alkali g/l		
								Tehollinen alkali g/l		
Haketiheys		kg/m3						Sulfiditeetti %		
kosteana					345			Kaustisoimisaste %		
abs. kuivana					163					
Seulonta								Keiton olosuhteet :		
>45 O mm					0.2					
8 mm					7.1			- vaikuttava alkali		
13 O mm					63.9			- ajat		
7 O mm					24.5			- esihöyrytys		
3 O mm					4.0			- imeytys		
<3 O mm					0.2			- lämpötilan nosto		
								- keittoaika		
Kuuripitoisuus		%			0.2			- keittopaine		
								- keittolämpötila		
DKM - uute		%			#VALUE!			- täyttösuhde		

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY									
Tutkimuskeskus									
Paperi- ja sellulaboratorio LS.AT.TP.									
09/30/94									
Mänty 647 keitto 2889 :n liittyvien lastujen sekä keitto- ja mustalipeän analyysituloksia									
Valkolipeä haettu Kni sellutehtaalta 31.08.1994 Valkolipeä : Na2O:na									
Lastut haettu Kni sellutehtaalta 14.09.1994 g/l									
NaOH 78.1									
Lastut n:o ! Mänty 647 Na2S 37.2									
Na2CO3 24.2									
Kuiva-aine % ! 46.9									
Titrautuva alkali g/l 139.5									
Puuaineen tiheys kg/m3 ! 371 Vaikuttava alkali g/l 115.3									
Tehollinen alkali g/l 96.7									
Haketiheys kg/m3 ! Sulfiditeetti % 32.3									
kosteana ! 333 Kaustisoimisaste % 76.4									
abs. kuivana ! 156									
Seulonta ! Keiton olosuhteet :									
>45 O mm ! 0.4									
8 mm ! 7.7 - vaikuttava alkali 19 %									
13 O mm ! 65.7 - ajat									
7 O mm ! 23.4 - esihöyrytys 5 min									
3 O mm ! 2.7 - imeytys 45 min									
<3 O mm ! 0.1 - lämpötilan nosto 23 min									
- keittoaika 90 min									
Kuuripitoisuus % ! 0.2 - keittopaine 7.2 aty									
- keittolämpötila 174 °C									
DKM - uute % ! - täyttösuhde 4:1									
Mustalipeä : JÄÄNNÖS									
Na2O:na									
g/l									
NaOH -1.09									
Na2S 9.61									
Mänty 647 keiton N:o 2889 tuloksia									
S a a n n o t									
Lastujen									
osuus priima >1 mm 1-0.25m kokon. Kappa- Visko FS-200 Vaaleus									
% % % % % % luku ml/g AVL(I) ISO %									
Kokokeitto 100.0 47.17 0.53 0.04 47.74 27.4 1109 2.51 29.0									

KYMİN PAPERITEOLLISUUS OY											
Tutkimuskeskus											
Paperi- ja sellulaboratorio				LS.AT.TP.				11/24/94			
Keittoon 2894 :n liittyvien lastujen sekä keitto- ja mustalipeän analyysituloksia											
Valkolipeä haettu Kni sellutehtaalta				31.08.1994				Valkolipeä :			
Lastut haettu Kni sellutehtaalta				16.11.1994				Na2O:na g/l			
								NaOH 78.1			
Lastut N:o (mänty)				652				Na2S 37.2			
								Na2CO3 24.2			
Kuiva-aine %				47.1							
								Titrautuva alkali g/l 139.5			
Puuaineen tiheys kg/m3				389				Vaikuttava alkali g/l 115.3			
								Tehollinen alkali g/l 96.7			
Haketiheys kg/m3								Sulfiditeetti % 32.3			
kosteana				333				Kaustisoimisaste % 76.4			
abs. kuivana				157							
Seulonta								Keiton olosuhteet :			
>45 O mm				0.7							
8 mm				10.0				- vaikuttava alkali 19 %			
13 O mm				63.4				- ajat			
7 O mm				22.2				- esihöyrytys 5 min			
3 O mm				3.5				- imeytys 45 min			
<3 O mm				0.3				- lämpötilan nosto 23 min			
								- keittoaika 90 min			
Kuuripitoisuus %				0.4				- keittopaine 174 aty			
								- keittolämpötila 7.2 °C			
DKM - uute %				#VALUE!				- täyttösuhde 4.0			
Mustalipeä :											
JÄÄNNÖS											
Na2O:na g/l											
NaOH 2.71											
Na2S 8.68											
Keiton N:o 2894 tuloksia											
Saannot											
Lastujen											
osuus		prima	>1 mm	1-0.25mm	kokon.	Kappa-luku	Visko ml/g	FS-200 AVL(l)	DKM-uute %	Vaaleus ISO %	Massan K-a %
%		%	%	%	%						
Kokokeitto											
100.0		45.74	0.76	0.06	46.56	25.4	1061	2.42	-	29.9	29.4
Jauhettu Valley'lla n:o 2976											

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY										
Tutkimuskeskus										
Paperi- ja sellulaboratorio LS.AT.TP. 12/15/94										
Keittoon 2895 :n liittyvien lastujen sekä keitto- ja mustalipeän analyysituloksia										
Valkolipeä haettu Kni sellutehtaalta				08.12.1994			Valkolipeä :		Na2O:na	
Lastut haettu Kni sellutehtaalta				22-23.11.1994					g/l	
							NaOH		77.2	
Lastut N:o (mänty) !				653 !			Na2S		41.5	
							Na2CO3		24.5	
Kuiva-aine % !				47.9 !						
							Titrautuva alkali g/l		143.2	
Puuaineen tiheys kg/m3 !				403 !			Vaikuttava alkali g/l		118.7	
							Tehollinen alkali g/l		98.0	
Haketiheys kg/m3 !							Sulfiditeetti %		35.0	
kosteana !				337 !			Kaustisoimisaste %		75.9	
abs. kuivana !				161 !						
Seulonta !							Keiton olosuhteet :			
>45 O mm !				1.6 !						
8 mm !				10.7 !			- vaikuttava alkali		19 %	
13 O mm !				57.2 !			- ajat			
7 O mm !				24.6 !			- esihöyrytys		5 min	
3 O mm !				5.6 !			- imeytys		45 min	
<3 O mm !				0.4 !			- lämpötilan nosto		23 min	
							- keittoaika		90 min	
Kuuripitoisuus % !				1.0 !			- keittopaine		174 aty	
							- keittolämpötila		7.2 °C	
DKM - uute % !				- !			- täyttösuhde		4.0	
Mustalipeä : JÄÄNNÖS										
Na2O:na										
g/l										
NaOH 1.78										
Na2S 9.61										
Keiton N:o 2895 tuloksia										
Saannot										
Lastujen										
osuus priima >1 mm 1-0.25m kokon. Kappa- Visko Vaaleus Massan										
% % % % % % luku ml/g ISO % K-a %										
Kokokeitto	100.0	45.71	0.59	0.06	46.36	23.6	1124	30.0	28.8	

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY										
Tutkimuskeskus										
Paperi- ja sellulaboratorio		LS.AT.TP.						12/15/94		
Keittoon 2896 :n liittyvien lastujen sekä keitto- ja mustalipeän analyysituloksia										
Valkolipeä haettu Kni sellutehtaalta				08.12.1994		Valkolipeä :				Na2O:na
Lastut haettu Kni sellutehtaalta				23-24.11.1994						g/l
						NaOH				77.2
Lastut N:o (mänty)				654		Na2S				41.5
						Na2CO3				24.5
Kuiva-aine %				47.3						
						Titrautuva alkali g/l				143.2
Puuaineen tiheys kg/m3				382		Vaikuttava alkali g/l				118.7
						Tehollinen alkali g/l				98.0
Haketiheys kg/m3						Sulfiditeetti %				35.0
kosteana				344		Kaustisoimisaste %				75.9
abs. kuivana				163						
Seulonta						Keiton olosuhteet :				
>45 O mm				0.2						
8 mm				5.3		- vaikuttava alkali				19 %
13 O mm				60.6		- ajat				
7 O mm				26.6		- esihöyrytys				5 min
3 O mm				6.8		- imeytys				45 min
<3 O mm				0.5		- lämpötilan nosto				23 min
						- keittoaika				90 min
Kuuripitoisuus %				0.3		- keittopaine				174 aty
						- keittolämpötila				7.2 °C
DKM - uute %				-		- täyttösuhde				4.0
Mustalipeä :										
JÄÄNNÖS										
Na2O:na										
g/l										
NaOH										
Na2S										
1.55										
9.61										
Keiton N:o 2896 tuloksia										
Saannot										
Lastujen										
osuus										
priima										
>1 mm										
1-0.25m										
kokon.										
%										
Kappa-										
luku										
Visko										
ml/g										
Vaaleus										
ISO %										
Massan										
K-a %										
Kokokeitto										
100.0										
45.48										
0.55										
0.06										
46.08										
23.6										
1071										
29.7										
29.0										

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY													
Tutkimuskeskus													
Paperi- ja sellulaboratorio		LS.AT.TP.		10/20/94									
Mänty 648		keitto		2890		:n liittyvien lastujen sekä keitto- ja mustalipeän analyysituloksia							
Valkolipeä haettu Kni sellutehtaalta				31.08.1994		Valkolipeä :				Na2O:na			
Lastut haettu Kni sellutehtaalta				11.10.1994						g/l			
						NaOH				78.1			
Lastut n:o				!		Mänty 648		Na2S		37.2			
						Na2CO3				24.2			
Kuiva-aine		%		!		46.4							
				!		Titrautuva alkali g/l				139.5			
Puuaineen tiheys kg/m3				!		377		Vaikuttava alkali g/l				115.3	
				!						Tehollinen alkali g/l		96.7	
Haketiheys kg/m3				!						Sulfiditeetti %		32.3	
kosteana				!		353		Kaustisoimisaste %				76.4	
abs. kuivana				!		164							
				!									
Seulonta				!						Keiton olosuhteet :			
>45 O mm				!		0.8							
8 mm				!		9.8		- vaikuttava alkali				19 %	
13 O mm				!		61.5		- ajat					
7 O mm				!		23.6		- esihöyrytys				5 min	
3 O mm				!		4.1		- imeytys				45 min	
<3 O mm				!		0.1		- lämpötilan nosto				23 min	
				!				- keittoaika				90 min	
Kuoripitoisuus		%		!		0.3		- keittopaine				174 aty	
				!				- keittolämpötila				7.2 °C	
DKM - uute		%		!		#VALUE!		- täyttösuhde				4.0	

Liite 1. Koejakso 6 vertailukeitto, sivu 7/9.

KEITT-13

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY
Tutkimuskeskus
Paperi- ja sellulaboratorio

LS.AT.TP.

#####

Mänty 648 keitto 2901 :n liittyvien lastujen sekä keitto- ja mustalipeän analyysituloksia

Valkolipeä haettu Kni sellutehtaalta	16.12.1994	Valkolipeä :	Na2O:na
Lastut haettu Kni sellutehtaalta	11.10.1994		g/l
Lastut n:o	Mänty 648	NaOH	83.7
		Na2S	37.2
		Na2CO3	24.2
Kuiva-aine	46.4	-----	
Puuaineen tiheys kg/m3	377	Titrautuva alkali g/l	145.1
Haketiheys kg/m3		Vaikuttava alkali g/l	120.9
kosteana	353	Tehollinen alkali g/l	102.3
abs. kuivana	164	Sulfiditeetti	30.8
		Kaustisoimisaste	77.6
Seulonta		Keiton olosuhteet :	
>45 O mm	0.8	- vaikuttava alkali	19
8 mm	9.8	- ajat	
13 O mm	61.5	- esihöyrytys	5 min
7 O mm	23.6	- imeytys	45 min
3 O mm	4.1	- lämpötilan nosto	23 min
<3 O mm	0.1	- keittoaika	90 min
Kuoripitoisuus	0.3	- keittopaine	174 aty
DKM - uute	#VALUE!	- keittolämpötila	7.2 °C
		- täyttösuhde	4.0

Mustalipeä :	JÄÄNNÖS
	Na2O:na
	g/l
NaOH	0.00
Na2S	0

Mänty 648	keiton N:o		2901 tuloksia							
	S a a n n o t									
	Lastujen	-----								
	osuus	prima	>1 mm	1-0.25mm	kokon.	Kappa	Visko	FS-200	Vaaleus	Massan
	%	%	%	%	%	luku	ml/g	AVL(1)	ISO %	K-a %
Kokokeitto	100.0	44.64	0.75	0.05	45.44	22.6	1082	2.50	29.9	27.5

PFI-1P-jauhatys 900 r Massa jauhettu Valley'lla jauhatys n:o 2966

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY														
Tutkimuskeskus														
Paperi- ja sellulaboratorio														
JAUHATUSRAPORTTI														
Näyte:	V:TON MÄNTY-SA KOEKEITTO													
	K. Pelanderin DI-työ													
PERUSTIEDOT														
Keittokappi														
Valkaisusekvenssi														
ISO-Vaaleus														
J.kell. (24h/103°C)														
DKM-uute														
Viskositeetti														
Kuiva-aine														
JAUHATUSTULOKSET														
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Opasiteetti	Valon-sir. kerroin	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo
min		ml	mm	g/m²	kg/m3	s	%	%	m²/kg	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g	
0	14.5	700	2.30	71.1	470	0.8	26.4							995
10	15.5	660	2.38	70.5	534	1.9	24.7			40.6	4.0	0.00	24.52	1186
20	17.0	620	2.36	71.8	573	3.2	23.6			71.5	4.0	0.00	16.60	1360
30	19.0	565	2.35	70.8	598	6.4	22.7			86.1	4.0	0.00	15.79	1360
40	23.0	515	2.36	70.5	617	15.2	22.2			94.7	4.2	0.00	14.95	1416
60	37.0	370	2.31	71.9	661	136.5	21.8			101.7	4.2	0.00	13.22	1344
										119.1	4.4	0.00	12.01	1430
25	18	593	2.36	71.3	586	4.5	23.2							
50	30	443	2.34	71.2	639	45.5	22.0			90.4	4.1	0.00	15.37	1388
										110.4	4.3	0.00	12.61	1387
3.0	14.8	688	2.32	70.9	490	1.0	25.9							
9.5	15.5	662	2.38	70.5	531	1.8	24.8							
24.5144	17.90288	595.1708	2.355486	71.29856	584.3454	4.644608	23.1937	#VALUE!	#VALUE!	90	4.090288	0	15.41314	1385.407

Line 2: 100jano3 1 100jano3, SWA 21.10.1994

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY														
Tutkimuskeskus														
Paperi- ja sellulaboratorio														
JAUHATUSRAPORTTI														
Näyte:	Kni v:ton mänty-sa seos massoista 19.10.-20.10.1994 kilo													
	K. Pelanderin Di-työ													
PERUSTIEDOT														
Keittokappi	-					Keiton n:o				Tehtävä n:o	-			
Valkaisusekvenssi	-					Valkaisun n:o				Jauhatus n:o	2971			
ISO-Vaaleus	-			%		Koe n:o				Valley n:o	1			
J.kelli.(24h/103°C)	-			%-yks.										
DKM-uute	-			%		Jauhatusmenetelmä				SCAN-C25:67				
Viskositeetti	-			ml/g		Arkintekomeneilmä				SCAN-P2:61				
Kuiva-aine				19.2 %		Ilmastointiolot				RH 50 %, t 23°C				
JAUHATUSTULOKSET														
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Opasiteetti	Valon-sir. kerroin	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo
min		ml	mm	g/m²	kg/m3	s	%	%	m²/kg	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g	
0	12.0	745	2.28	70.6	398	0.4	23.1							360
10	14.0	705	2.34	71.4	486	1.1	22.2			22.7	2.7	0.00	15.82	894
20	15.0	680	2.32	71.1	543	1.9	21.0			55.9	3.3	0.00	15.97	894
30	16.0	650	2.29	69.3	571	3.0	20.2			75.0	3.8	0.00	14.02	1051
40	18.5	605	2.26	67.5	595	5.5	19.6			84.6	3.8	0.00	12.94	1095
60	28.0	470	2.21	69.9	643	27.4	18.5			85.7	3.6	0.00	11.61	996
90	54.0	260	2.14	69.5	686	375.9	17.9			101.3	3.8	0.00	10.88	1102
										109.3	4.0	0.00	10.26	1121
38	18	614	2.27	67.9	590	4.9	19.7							
62	30	454	2.20	69.8	646	33.5	18.5			85.5	3.6	0.00mk	11.88mk	1016
										101.9	3.8	0.00mk	10.83mk	1104
8	14	712	2.33	71.2	470	0.9	22.4							
17	14	687	2.33	71.2	528	1.6	21.3							
45.47803	21.10207	568.0233	2.246305	68.15052	607.8103	11.49845	19.29871							

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY														
Tutkimuskeskus														
Paperi- ja sellulaboratorio														
JAUHATUSRAPORTTI														
Näyte: V.TON MÄNTY-SA KOEKEITTO														
K.Pelanderin Di-työ														
PERUSTIEDOT														
Keittokappi		27.4		Keiton n:o		2889		Tehävä n:o		-		2964		
Valkaisusekvenssi		-		Valkaisun n:o		-		Jauhatus n:o		-		1		
ISO-Vaaleus		-		%		-		Valley n:o		-		-		
J.kell.(24h/103°C)		-		% -yks.		-		-		-		-		
DKM-uute		-		%		Jauhatusmenetelmä		SCAN-C25:67		-		-		
Viskositeetti		1109		ml/g		Arkintekomenetelmä		SCAN-P2:61		-		-		
Kuiva-aine		28.4		%		Ilmastointiolot		RH 50 %, t 23°C		-		-		
JAUHATUSTULOKSET														
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo		
min		ml	mm	g/m²	kg/m3	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g			
0	13.5	700	2.50	70.0	440	0.8	27.8	42.3	3.9	3.79	21.06	890		
10	15.5	670	2.45	72.0	527	2.1	25.8	72.1	3.8	6.25	17.07	1231		
20	16.5	630	2.46	69.4	566	3.5	24.6	87.7	3.8	7.38	15.05	1320		
30	18.0	585	2.41	66.6	587	6.3	23.6	93.9	3.9	8.08	13.76	1292		
40	22.0	525	2.44	70.1	619	14.6	23.0	108.5	4.0	8.57	13.70	1487		
60	35.0	375	2.30	68.0	652	125.3	22.2	118.4	4.0	9.35	12.16	1440		
3	14	692	2.49	70.5	462	1.0	27.3	50	3.9	4.42	20.03	1001		
9	15	672	2.45	71.9	520	2.0	25.9	70	3.9	6.07	17.35	1215		
23.70	17.05	613.36	2.44	68.36	573.97	4.54	24.23	90.00	3.84	7.64	14.57	1309.78		

Liite 2. Jauhatustulokset. 100 g kpl 2 x 100 g kpl, sivu 9/17.

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY												
Tutkimuskeskus												
Paperi- ja sellulaboratorio												
JAUHATUSRAPORTTI												
Näyte:	Kni v:ton mänty-sa seos massaista 14.09.1994 klo 09:00 - 13:30											
	K. Pelanderin Di-työ											
PERUSTIEDOT												
Keittokappa	28.4			Keiton n:o	Tehtävä n:o							
Valkaisuusekvenssi	-			Valkaisun n:o	Jauhatus n:o							
ISO-Vaaleus	30.2 %			Koe n:o	Valley n:o							
J.kell.(24h/103°C)	-			%-yks.								
DKM-uute	-			%	SCAN-C25:67							
Viskositeetti	1105 ml/g			SCAN-P2:61								
Kuiva-aine	17.7 %			RH 50 %, t 23°C								
JAUHATUSTULOKSET												
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo
min		ml	mm	g/m²	kg/m3	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g	
0	12.0	750	2.32	72.5	399	0.4	25.3	21.7	2.6	1.61	16.47	357
10	13.0	720	2.47	71.8	488	1.0	24.5	51.3	3.4	4.22	18.97	973
20	14.0	700	2.42	70.1	540	1.8	23.0	69.0	3.6	5.46	14.63	1010
30	15.0	670	2.39	69.0	570	2.7	22.0	81.8	3.9	6.49	13.26	1085
40	16.0	625	2.36	69.1	593	4.7	21.3	86.8	3.9	7.25	12.47	1082
60	23.0	530	2.34	69.4	626	21.9	20.3	94.7	4.0	7.77	11.21	1061
90	45.0	320	2.24	68.0	668	330.0	14.8	99.5	3.9	8.19	10.62	1057
10	13.0	721	2.46	71.8	484	1.0	24.6	50.0	3.4	4.11	18.86	943
21	14.1	698	2.42	70.0	543	1.9	22.9	70.0	3.6	5.54	14.53	1017
48.15	18.85	586.29	2.35	69.23	606.82	11.71	20.89	90.00	3.94	7.46	11.96	1073.88

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY														
Tutkimuskeskus														
Paperi- ja sellulaboratorio														
JAUHATUSRAPORTTI														
Näyte: V:TON MÄNTY-SA KOEKEITTO														
K. Pelanderin DI-työ														
PERUSTIEDOT														
Keittokappi														
Valkaisu-ekvenssi														
ISO-Vaaleus														
J kell. (24h/103°C)														
DKM-uute														
Viskositeetti														
Kuiva-aine														
JAUHATUSLUKOKSET														
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo		
min		ml	mm	g/m²	kg/m³	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g			
0	14.0	700	2.42	72.6	464	1.1	28.2	48.8	3.8	0.00	24.15	1179		
10	15.5	670	2.47	73.6	538	2.6	26.1	77.2	3.7	0.00	17.64	1363		
20	17.0	635	2.43	72.6	579	4.6	24.8	90.7	3.8	0.00	15.61	1416		
30	20.0	585	2.41	70.8	601	8.0	23.7	98.6	3.8	0.00	13.34	1315		
40	24.5	525	2.41	70.0	633	19.0	22.9	110.8	4.0	0.00	12.66	1402		
60	37.0	370	2.33	71.4	662	161.6	22.3	115.4	4.2	0.00	11.92	1375		
0.4	14.1	699	2.42	72.7	467	1.1	28.1	50	3.8	0.00	23.88	1194		
7.5	15.1	678	2.46	73.4	519	2.1	26.6	70	3.8	0.00	19.30	1351		
19.48	16.92	636.81	2.43	72.68	576.61	4.50	24.87	90.00	3.79	0.00	15.72	1413.39		

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY												
Tutkimuskeskus												
Paperi- ja sellulaboratorio												
JAUHATUSRAPORTTI												
Näyte: Kni v:ton mänty-sa seos massoista 16.11.1994 klo 08:15 - 15:40												
K. Pelanderin Di-työ												
PERUSTIEDOT												
Keittokapp 30.6												
Valkaisuusekvenssi - Valkaisun n:o												
ISO-Vaaleus 27.0 % Koe n:o												
J. kell. (24h/103°C) - %-yks.												
DKM-uute - %												
Viskositeetti 1163 ml/g												
Kuiva-aine 17.0 %												
JAUHATUSLÖYKSET												
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo
min		ml	mm	g/m²	kg/m3	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g	
0	13.0	745	2.34	75.4	386	0.5	24.1	21.3	2.6	0.00	18.53	395
10	13.5	710	2.42	69.0	496	1.0	22.8	55.3	3.2	0.00	17.70	978
20	14.5	685	2.39	68.4	537	1.7	21.8	71.8	3.4	0.00	15.69	1126
30	15.5	660	2.39	67.6	567	2.8	20.9	78.5	3.6	0.00	13.74	1078
40	18.0	620	2.35	68.8	600	4.8	20.3	93.3	3.6	0.00	12.28	1145
60	26.0	495	2.25	70.0	635	23.5	19.3	98.4	3.7	0.00	12.43	1223
90	48.0	300	2.19	69.0	678	402.7	18.8	105.2	3.8	0.00	11.16	1174
8	13.4	715	2.41	70.0	479	0.9	23.1	50.0	3.1	0.00	17.83	891
19	14.4	688	2.39	68.4	533	1.4	22.0	70.0	3.4	0.00	15.91	1113
37.78	17.45	628.87	2.36	68.50	593.04	4.36	20.43	90.00	3.60	0.00	12.60	1130.30

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY														
Tutkimuskeskus														
Paperi- ja sellulaboratorio														
JAUHATUSRAPORTTI														
Näyte: V:TON MÄNTY-SA KOEKEITTO														
K. Pelanderin D1-työ														
PERUSTIEDOT														
Keittokappa23.6														
Valkaisuusekvenssi-														
ISO-Vaaleus30.0 %														
J.kell.(24h/103°C)-														
DKM-uute-														
Viskositeetti1124 ml/g														
Kuiva-aine28.8 %														
JAUHATUSLÖYKSET														
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo		
min		ml	mm	g/m²	kg/m3	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g			
0	14.0	690	2.35	71.3	490	1.2	27.6	48.7	4.1	0.00	22.96	1117		
10	15.5	660	2.41	69.4	542	2.7	25.5	81.2	3.9	0.00	16.66	1353		
20	17.0	620	2.38	71.5	574	4.8	24.6	92.0	4.1	0.00	15.17	1397		
30	20.0	570	2.34	69.3	611	9.7	23.5	102.4	3.9	0.00	13.62	1395		
40	23.0	520	2.29	68.6	628	21.3	22.9	107.3	4.1	0.00	12.88	1383		
60	37.0	360	2.27	69.1	666	256.8	22.3	118.4	4.3	0.00	11.70	1386		
0.4	14.1	689	2.35	71.2	492	1.2	27.5	50	4.1	0.00	22.70	1135		
6.6	15.0	670	2.39	70.0	524	2.0	26.2	70	4.1	0.00	18.83	1318		
18.13	16.72	627.49	2.39	71.10	568.25	4.41	24.77	90.00	4.06	0.00	15.45	1388.37		

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY														
Tutkimuskeskus														
Paperi- ja sellulaboratorio														
JAUHATUSRAPORTTI														
Näyte: Kni v:ton mänty-sa Supersellukoeajo 3. 22.-23.11.1994														
Seos massaista n:o 1, 8, 15, 22, 29, 36, 43, 50, 57, 64 ja 71														
PERUSTIEDOT														
Keittokappi						27.1							Tehtävä n:o	-
Valkaisusekvenssi						-							Jauhatus n:o	2979
ISO-Vaaleus						-	%						Valley n:o	1
J.kell. (24h/103°C)						-	%-yks.							
DKM-uute						-	%							
Viskositeetti						-	ml/g							
Kuiva-aine						25.7	%							
JAUHATUSLOKSET														
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo		
min	ml	mm	g/m²	kg/m³	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g				
0	13.0	740	2.35	70.8	414	0.4	27.2	28.6	3.2		19.77	565		
10	13.5	705	2.38	70.5	488	1.1	26.0	56.0	3.3		17.45	977		
20	14.0	675	2.39	69.5	527	1.6	24.9	72.9	3.9		14.53	1059		
30	15.0	655	2.35	71.4	560	2.7	23.7	83.1	4.0		13.59	1130		
40	17.0	615	2.30	68.6	588	4.9	22.5	89.4	4.1		12.24	1094		
60	21.5	510	2.22	67.5	625	20.8	21.4	100.5	4.0		11.50	1156		
90	41.0	285	2.16	69.1	665	326.2	21.1	108.9	4.1		10.52	1145		
8	13.4	713	2.37	70.6	472	0.9	26.4	50.0	3.3		17.95	898		
17	13.7	681	2.40	69.0	517	1.4	25.2	70.0	3.9		14.80	1036		
41.12	17.25	609.12	2.30	68.56	589.88	5.79	22.44	90.00	4.09	0.00	12.20	1097.45		

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY													
Tutkimuskeskus													
Paperi- ja sellulaboratorio													
JAUHATUSRAPORTTI													
Näyte:		V:TON MÄNTY-SA KOEKEITTO											
		K. Pelanderin DI-työ											
PERUSTIEDOT													
Keittokappi		23.6											
Valkaisu- ja sekvenssi		-											
ISO-Vaaleus		29.7 %											
J.kell. (24h/103°C)		-											
DKM-uute		-											
Viskositeetti		1071 ml/g											
Kuiva-aine		29.0 %											
JAUHATUSLÖYKSET													
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo	
min		ml	mm	g/m²	kg/m³	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g		
0	14.5	700	2.30	71.8	469	1.2	28.4	47.5	4.3	0.00	23.12	1098	
10	15.0	670	2.33	70.5	544	2.7	26.2	81.4	4.1	0.00	15.53	1265	
20	17.0	640	2.33	71.6	579	5.0	25.1	92.3	4.1	0.00	14.65	1352	
30	19.0	590	2.29	71.1	611	10.5	24.2	96.6	4.2	0.00	13.91	1344	
40	22.0	525	2.24	68.8	631	20.3	23.6	104.5	4.3	0.00	12.77	1335	
60	35.0	385	2.18	70.9	664	174.2	22.7	117.0	4.1	0.00	11.94	1397	
0.7	14.5	698	2.30	71.7	475	1.3	28.2	50	4.3	0.00	22.56	1128	
6.6	14.8	680	2.32	70.9	519	2.1	26.9	70	4.3	0.00	18.09	1266	
17.86	16.57	646.41	2.33	71.38	571.44	4.51	25.34	90.00	4.10	0.00	14.84	1333.54	

Liite 2. Koeajakso 5 tehdas, sivu 10/17.

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY												
Tutkimuskeskus												
Paperi- ja sellulaboratorio												
JAUHATUSRAPORTTI												
Näyte: Kni v:ton mänty-sa Supersellukoeajo 3. 23.-24.11.1994												
Seos massaista n:o 73, 80, 87, 94, 101, 108, 115, 122, 129, 136, ja 143												
PERUSTIEDOT												
Keittokappi		24.2		Keiton n:o						Tehtävä n:o		-
Valkaisu- ja sekvenssi		-		Valkaisun n:o						Jauhatus n:o		2980
ISO-Vaaleus		-		%		Koe n:o				Valley n:o		1
J. kell. (24h/103°C)		-		%-yks.								
DKM-uute		-		%		Jauhatusmenetelmä		SCAN-C25:67				
Viskositeetti		-		ml/g		Arkintekomenetelmä		SCAN-P2:61				
Kuiva-aine		26.4		%		Ilmastointiolot		RH 50 %, t 23°C				
JAUHATUSTULOKSET												
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo
min		ml	mm	g/m²	kg/m3	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g	
0	12.5	740	2.28	69.6	425	0.5	27.5	28.5	3.2		18.44	526
10	14.0	710	2.37	70.9	500	1.1	26.4	57.0	3.4		17.33	988
20	15.0	675	2.31	70.5	539	2.0	25.3	75.4	3.8		14.72	1110
30	16.0	650	2.29	70.9	580	3.1	23.8	83.8	3.8		13.19	1106
40	18.0	610	2.29	69.1	608	6.2	23.2	91.6	3.9		12.05	1104
60	24.5	480	2.18	67.6	639	25.5	22.0	100.3	3.9		11.08	1110
90	47.0	280	2.12	70.3	684	390.2	21.5	108.6	3.9		10.21	1108
8	13.6	717	2.35	70.6	481	0.9	26.8	50.0	3.4		17.60	880
14	14.4	691	2.32	70.3	513	1.5	26.3	70.0	3.8		15.70	1099
37.92	17.58	618.30	2.29	69.49	601.89	5.56	23.32	90.00	3.88	0.00	12.29	1104.42

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY												
Tutkimuskeskus												
Paperi- ja sellulaboratorio												
JAUHATUSRAPORTTI												
Näyte:	V:TON MÄNTY-SA KOEKEITTO											
	K. Pelanderin DI-työ											
PERUSTIEDOT												
Keittokappi	25.4											
Valkaisu-ekvenssi	-											
ISO-Vaaleus	30.3 %											
J.kell. (24h/103°C)	-											
DKM-uute	-											
Viskositeetti	1112 ml/g											
Kuiva-aine	30.1 %											
JAUHATUSTULOKSET												
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo
min	ml	ml	mm	g/m²	kg/m³	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g	
0	14.0	700	2.45	72.4	459	0.8	28.4	37.9	4.0	3.22	22.81	864
10	15.0	680	2.50	72.8	543	2.0	26.2	72.5	3.8	5.94	16.77	1216
20	16.0	645	2.46	68.8	566	3.2	25.3	80.3	4.0	7.10	15.87	1274
30	19.0	600	2.45	72.5	604	5.5	24.4	93.5	3.9	7.85	13.96	1305
40	21.5	540	2.43	69.9	622	11.4	23.6	103.5	4.1	8.56	13.65	1413
60	36.0	410	2.37	73.6	662	103.2	23.2	110.2	4.1	9.26	12.62	1390
3.5	14.4	693	2.47	72.5	488	1.1	27.6	50	4.0	4.17	20.69	1035
9.3	14.9	681	2.50	72.7	537	1.9	26.4	70	4.0	5.74	17.20	1204
27.34	18.20	611.97	2.45	71.50	593.98	4.89	24.64	90.00	3.93	7.65	14.47	1297.07

Liite 2. Koeajakso 6 vertailu/laboratorio, sivu 12/17.

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Luote a. koeajaksi 6 tehdas 1309 20/17.

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY													
Tutkimuskeskus													
Paperi- ja sellulaboratorio													
JAUHATUSRAPORTTI													
Näyte: Kni v:ton mänty-sa seos massoista 11.-12.10.1994 klo 08:15 - 13:05													
K. Pelanderin DI-työ													
PERUSTIEDOT													
Keittokappa													
Valkaisu-ekvenssi													
ISO-Vaaleus													
J.kell.(24h/103°C)													
DKM-uute													
Viskositeetti													
Kuiva-aine													
JAUHATUSLOKSET													
Jauh. SR- CSF avL Neliö- Tiheys Gurley Vaal. Veto- Puhk.- Repäisy- Lujuus-													
aika luku (L) massa													
min ml mm g/m² kg/m³ s													
0 13.0 745 2.34 77.3 399 0.4 26.2 21.0 2.4 1.50 13.40 281													
10 14.0 700 2.40 72.1 503 1.1 24.9 56.6 3.4 4.42 16.07 909													
20 15.5 675 2.34 71.9 576 2.2 23.5 70.9 3.6 5.90 14.51 1028													
30 16.5 620 2.28 70.6 581 3.9 22.3 86.5 3.8 6.71 13.18 1140													
40 19.5 585 2.26 70.5 614 7.8 21.5 92.4 3.9 7.05 13.06 1207													
60 30.0 440 2.17 70.0 650 59.8 21.0 96.8 4.0 7.93 11.19 1082													
8 13.8 708 2.39 73.1 484 0.9 25.5 50.0 3.2 3.88 15.58 779													
19 15.4 677 2.34 71.9 572 1.6 23.6 70.0 3.6 5.81 14.61 1022													
35.97 18.29 599.11 2.27 70.55 601.03 6.23 21.82 90.00 3.86 6.91 13.11 1179.88													

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY													
Tutkimuskeskus													
Paperi- ja sellulaboratorio													
JAUHATUSRAPORTTI													
Näyte:	Kni v'lon mänty-sa koekeitto												
	K. Pelanderin DI-työ												
PERUSTIEDOT													
Keittokapp			24.4				Keiton n:o		2893			Tehtävä n:o	-
Valkaisusekvenssi			-				Valkaisun n:o		-			Jauhatus n:o	2975
ISO-Vaaheus			-			%	Koe n:o		-			Valley n:o	1
J.kell. (24h/103°C)			-			%-yks.							
DKM-uute			-			%	Jauhatusmenetelmä		SCAN-C25:67				
Viskositeetti			-			ml/g	Arkintekomenetelmä		SCAN-P2:61				
Kuiva-aine			28.6			%	Ilmastointiolot		RH 50 %, t 23°C				
JAUHATUSTULOKSET													
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo	
min		ml	mm	g/m²	kg/m3	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g		
0	13.0	710	2.41	70.9	451	0.9	27.8	42.6	3.7	1.64	24.07	1026	
10	14.0	690	2.49	67.8	526	2.0	25.9	73.4	3.7	4.71	17.05	1251	
20	15.5	670	2.43	69.4	564	3.5	24.7	86.4	3.6	6.11	15.34	1325	
30	17.0	615	2.37	68.1	590	5.9	23.9	100.6	3.9	6.96	14.11	1419	
40	20.0	570	2.38	67.9	609	13.3	23.3	102.8	3.8	7.32	13.80	1420	
60	33.0	420	2.33	67.9	656	118.4	22.4	111.9	3.8	8.18	12.08	1352	
2	13.2	705	2.43	70.1	469	1.1	28.1	50.0	3.7	2.37	22.39	1119	
7	13.6	695	2.51	67.3	516	1.8	25.6	70.0	3.7	4.34	17.50	1225	
22.54	15.88	656.03	2.41	69.06	570.58	4.11	24.50	90.00	3.68	6.33	15.02	1348.88	

Liite 2. Koejakso + tehdas, sivu 15/17.

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY												
Tutkimuskeskus												
Paperi- ja sellulaboratorio												
JAUHATUSRAPORTTI												
Näyte:	Kni v:ton mänty-sa seos massaista 11.11.1994 klo 08:10 - 15:30											
	K. Pelanderin DI-työ											
PERUSTIEDOT												
Keittokappi											Tehtävä n:o	-
Valkaisuasekvenssi			31.2								Jauhatus n:o	2977
ISO-Vaaleus			-								Valley n:o	1
J.kell.(24h/103°C)			27.1	%								
DKM-uute			-	%-yks.								
Viskositeetti			-	%								
Kuiva-aine			1149	ml/g		Jauhatusmenetelmä				SCAN-C25:67		
			16.9	%		Arkintekomenetelmä				SCAN-P2:61		
						Ilmastointiolot				RH 50 %, t 23°C		
JAUHATUSTULOKSET												
Jauh. aika	SR-luku	CSF	avL (L)	Neliö-massa	Tiheys	Gurley tiiviys	Vaal.	Veto-indeksi	Venymä	Puhk.-indeksi	Repäisy-indeksi	Lujuus-tulo
min	ml		mm	g/m²	kg/m3	s	%	Nm/g	%	kPam²/g	mN.m²/g	
0	12.0	740	2.35	73.0	388	0.4	23.4	22.9	2.6		18.16	416
10	13.5	715	2.46	70.1	475	1.1	22.5	52.2	3.2		17.07	891
20	14.5	675	2.39	70.4	527	1.8	21.2	71.6	3.4		14.65	1049
30	16.0	650	2.39	67.5	556	2.7	20.5	80.9	3.6		13.05	1056
40	17.0	610	2.34	66.6	590	5.1	19.4	89.3	3.6		11.89	1061
60	26.0	500	2.27	66.6	624	23.1	18.4	102.1	3.6		11.32	1155
90	51.0	270	2.21	66.8	673	420.3	18.1	110.6	3.8		10.17	1125
9	13.4	717	2.45	70.3	469	1.0	22.6	50.0	3.2		17.15	858
18	14.2	679	2.39	70.9	522	1.7	21.3	70.0	3.4		14.93	1045
41.16	17.52	603.61	2.34	66.63	591.61	6.15	19.34	90.00	3.60	0.00	11.85	1066.49

Liite 2. Koejakso 8 laboratorio, sivu 16/17.

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																</
---------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Liite 2: Koeajaksi 8 tehdas, sivu 1/17.

KYMIN PAPERITEOLLISUUS OY																									
Tutkimuskeskus																									
Paperi- ja sellulaboratorio																									
JAUHATUSRAPORTTI																									
Näyte: Kni v:ton mänty-sa seos massoisia 02.-04.11.1994																									
K. Pelanderin DI-työ																									
PERUSTIEDOT																									
Keittokappa		25.9		Keiton n:o		Tehtävä n:o		-		2973															
Valkaisu-ekvenssi		-		Valkaisun n:o		Jauhatus n:o				1															
ISO-Vaaleus		26.7		Koe n:o		Valley n:o																			
J.kell. (24h/103°C)		-		% -yks.																					
DKM-uute		-		%		Jauhatusmenetelmä		SCAN-C25:67																	
Viskositeetti		1088		ml/g		Arkintekomenetelmä		SCAN-P2:61																	
Kuiva-aine		18.3		%		Ilmastointiolot		RH 50 %, t 23°C																	
JAUHATUSTULOKSET																									
Jauh. aika		SR-luku		CSF		avL (L)		Neliö-massa		Tiheys		Gurley tiiviys		Vaal.		Veto-indeksi		Venymä		Puhk.-indeksi		Repäisy-indeksi		Lujuus-tulo	
min				ml		mm		g/m²		kg/m3		s		%		Nm/g		%		kPam²/g		mN.m²/g			
0		12.5		740		2.38		71.8		404		0.4		24.0		23.7		2.9				16.11		382	
10		14.0		700		2.38		68.1		501		1.3		22.9		58.8		3.4				17.39		1023	
20		15.5		670		2.40		70.5		558		2.7		21.7		75.7		3.6				13.63		1031	
30		17.0		630		2.31		67.8		585		4.8		20.6		88.4		3.6				12.06		1066	
40		19.5		580		2.30		69.4		603		10.8		20.2		92.3		3.7				11.86		1096	
60		28.5		430		2.19		65.8		648		75.2		18.9		102.4		3.8				10.56		1081	
90		54.0		220		2.11		67.5		687		753.3		18.1		109.2		3.8				10.10		1104	
7		13.6		710		2.38		69.0		477		1.0		23.5		50.0		3.3				17.07		854	
17		15.0		680		2.39		69.7		539		1.9		22.2		70.0		3.5				14.89		1043	
34.11		18.03		609.47		2.31		68.42		592.68		7.26		20.44		90.00		3.64		0.00		11.98		1077.88	

Liite 3. Rejektiosuudet ja kappaluvut koeajojaksoilta. *Sivu 1/5.*

		Rejekti %			Priima		
		-----			-----		
Pvm	Klo	>1 mm	1-.25 mm	Summa	Kappa	Visko	Vaaleus
19.10.94	14:05	6.10	2.00	8.11	32.1	1139	26.8
19.10.94	15:30	5.34	1.84	7.18	30.8	1156	26.8
19.10.94	16:20	5.50	1.99	7.48	31.2	1139	26.7
20.10.94	08:05	3.29	1.44	4.72	33.5	1193	26.9
20.10.94	09:25	4.81	1.95	6.76	33.1	1189	26.3
20.10.94	10:45	4.32	1.79	6.11	32.1	1181	27.1
20.10.94	11:55	5.58	1.98	7.56	32.9	1161	25.4
20.10.94	13:00	4.85	1.86	6.72	32.6	1142	26.0
20.10.94	14:05	6.22	1.78	8.00	31.1	1156	26.5
20.10.94	15:00	5.78	1.83	7.61	32.2	1169	25.8
20.10.94	16:10	4.94	1.77	6.72	29.4	1131	27.0
14.09.-94	09:20	2.56	0.83	3.39	28.3	1112	29.9
14.09.-94	09:45	2.23	0.76	3.00	29.1	1110	30.5
14.09.-94	10:20	1.26	0.44	1.71	28.8	1107	29.7
14.09.-94	10:40	1.38	0.59	1.97	28.5	1104	30.5
14.09.-94	11:05	2.45	0.76	3.20	28.5	1113	29.8
14.09.-94	11:35	1.52	0.73	2.25	28.8	1095	30.7
14.09.-94	12:45	1.32	0.51	1.83	27.3	1100	30.6
14.09.-94	13:30	2.06	0.74	2.81	27.8	1101	30.1
16.11.94	08:15	2.15	0.68	2.83	28.3	1134	27.4
16.11.94	09:10	2.79	1.08	3.87	28.1	1137	28.4
16.11.94	10:15	1.98	1.02	3.00	30.2	1155	26.9
16.11.94	10:45	2.24	0.83	3.07	30.8	1149	26.8
16.11.94	11:20	2.20	0.82	3.02	30.2	1136	27.0
16.11.94	11:45	2.12	0.77	2.89	29.1	1141	27.6
16.11.94	13:25	4.28	1.18	5.46	30.9	1209	25.5
16.11.94	14:05	4.24	1.35	5.60	31.9	1190	26.8
16.11.94	15:15	2.27	0.96	3.23	33.1	1190	26.7
16.11.94	15:40	3.22	1.26	4.48	33.3	1193	26.7
"22.11.94	~14.00	5.23	1.19	6.42	24.8		
		3.79	1.19	4.98	24.3		
		4.55	1.19	5.74	26.9		
		5.40	1.37	6.76	26.0		
		3.52	1.23	4.76	25.4		
		5.01	1.29	6.29	25.8		
		4.01	1.29	5.30	24.6		
		4.11	1.25	5.36	26.1		
		4.14	1.07	5.21	25.4		
		4.21	1.12	5.34	26.2		
		4.11	1.32	5.43	26.6		
		4.68	1.28	5.96	25.5		
		5.45	1.49	6.94	27.2		
"22.11.94	~18.00	5.98	1.38	7.37	25.3		
		5.16	1.44	6.60	25.6		
		4.60	1.43	6.03	26.6		
		3.58	1.22	4.80	26.8		

Liite 3. Rejektiosuudet ja kappaluvut koeajojaksoilta. *Sivu 2/5*

		4.50	1.36	5.86	26.8		
		4.45	1.33	5.78	26.8		
		5.19	1.39	6.59	27.8		
		4.66	1.40	6.07	28.2		
		6.05	1.57	7.62	28.1		
		8.05	1.77	9.82	28.8		
		7.35	1.82	9.17	28.8		
		6.23	1.60	7.82	25.9		
"22.11.94	22.00	5.72	1.65	7.37	28.5		
		5.71	1.51	7.22	28.7		
		6.90	1.60	8.50	29.2		
		5.48	1.58	7.06	29.1		
		5.97	1.70	7.66	28.6		
		5.00	1.54	6.54	28.7		
		6.34	1.74	8.08	28.0		
		6.28	1.81	8.08	29.4		
		6.40	1.77	8.17	28.3		
		6.61	1.92	8.53	29.6		
		6.33	1.86	8.19	30.0		
		6.52	1.88	8.40	30.3		
"23.11.94	02.00	6.50	1.72	8.22	30.0		
		7.40	1.57	8.97	30.9		
		7.25	1.73	8.98	31.4		
		7.04	1.54	8.58	29.5		
		5.01	1.56	6.56	29.5		
		5.40	1.32	6.72	27.6		
		5.40	1.56	6.96	28.0		
		5.65	1.47	7.12	28.0		
		6.44	1.46	7.90	27.6		
		5.64	1.48	7.12	27.4		
		6.44	1.51	7.95	27.0		
		6.59	1.52	8.11	27.7		
"23.11.94	06.00	5.80	1.52	7.32	27.3		
		6.46	1.44	7.90	27.7		
		5.92	1.56	7.48	28.0		
		3.75	1.14	4.89	25.7		
		3.74	1.31	5.05	26.2		
		4.48	1.48	5.97	26.8		
		4.81	1.39	6.21	26.2		
		3.48	1.38	4.87	27.1		
		4.91	1.42	6.34	27.2		
		4.82	1.45	6.27	26.7		
		5.34	1.52	6.86	27.0		
		5.18	1.39	6.57	27.8		
"23.11.94	10.00	6.00	1.55	7.56	26.8		
		4.67	1.39	6.05	26.5		
		4.99	1.56	6.55	26.3		
		5.87	1.87	7.75	27.3		
		4.77	1.44	6.22	26.8		
		5.42	1.60	7.03	25.9		
		4.55	1.53	6.08	25.8		
		5.03	1.61	6.64	25.9		
		4.26	1.66	5.92	28.3		

Liite 3. Rejektiosuudet ja kappaluvut koeajojaksoilta. *Sivu 3/5.*

		5.26	1.66	6.92	26.4		
		4.84	1.57	6.41	26.5		
"23.11.94	"14.00	4.15	1.45	5.60	25.7		
		4.54	1.53	6.07	27.3		
		4.42	1.39	5.81	24.7		
		4.42	1.55	5.97	26.2		
		4.63	1.57	6.20	27.2		
		5.71	1.77	7.48	28.1		
		6.07	1.78	7.85	27.5		
		5.02	1.75	6.77	26.3		
		4.98	1.50	6.48	26.3		
		4.43	1.55	5.99	25.5		
		4.06	1.62	5.68	26.3		
		4.57	1.72	6.30	26.6		
"23.11.94	"18.00	4.93	1.57	6.50	26.2		
		4.23	1.57	5.80	26.4		
		4.68	1.66	6.34	26.7		
		5.32	1.55	6.87	26.2		
		3.63	1.38	5.01	24.7		
		3.91	1.22	5.13	21.3		
		4.10	1.50	5.60	24.4		
		2.92	1.41	4.33	24.5		
		4.18	1.48	5.65	23.8		
		4.03	1.39	5.42	24.2		
		6.92	2.15	9.07	29.9		
		4.45	1.64	6.09	24.5		
"23.11.94	"22.00	4.14	1.55	5.68	24.8		
		3.10	1.27	4.37	24.3		
		3.72	1.30	5.02	24.4		
		4.22	1.40	5.63	25.0		
		4.86	1.51	6.36	26.1		
		4.13	1.51	5.64	25.7		
		3.93	1.38	5.31	25.8		
		4.39	1.49	5.88	25.2		
		3.68	1.45	5.13	24.9		
		3.15	1.36	4.50	24.8		
		4.20	1.27	5.47	23.6		
		3.00	1.20	4.20	24.0		
"24.11.94	"02.00	3.15	1.23	4.38	24.6		
		3.80	1.23	5.03	24.2		
		3.01	1.33	4.35	24.7		
		3.08	1.22	4.30	24.4		
		2.58	1.07	3.65	24.0		
		4.20	1.01	5.21	23.1		
		2.89	1.00	3.89	23.6		
		3.32	1.14	4.46	24.2		
		2.37	0.87	3.24	24.6		
		2.59	0.92	3.52	23.8		
		1.76	0.86	2.62	21.6		
		2.23	0.83	3.07	21.2		
"24.11.94	"06.00	3.17	1.15	4.32	21.8		
		3.97	1.16	5.13	22.0		
		3.28	1.18	4.46	22.2		

Liite 3. Rejektiosuudet ja kappaluvut koeajojaksoilta. Sivu 4/5.

		3.45	1.11	4.56	21.4		
		3.42	0.99	4.41	21.5		
		2.62	0.87	3.49	20.9		
		2.19	0.88	3.07	21.7		
		2.37	1.08	3.45	22.8		
		3.31	1.08	4.40	21.7		
		3.06	1.23	4.29	23.3		
		2.76	1.11	3.87	21.8		
		2.73	1.05	3.78	21.5		
"24.11.94	10.00	2.76	1.09	3.85	17.8		
		2.18	1.01	3.19	22.4		
		2.99	1.20	4.19	22.7		
		2.71	1.12	3.82	23.2		
		2.79	1.23	4.03	23.0		
		2.50	1.13	3.63	23.4		
		3.52	1.24	4.77	24.0		
		2.45	1.11	3.56	22.4		
		3.11	0.93	4.04	22.0		
		4.00	1.25	5.24	21.4		
		3.19	0.96	4.16	22.3		
		2.31	0.98	3.29	22.8		
"24.11.94	14.00	0.00	0.00	0.00			
11.10.-94	08:15	4.05	1.26	5.31	24.9	1066	29.7
11.10.-94	09:10	3.88	1.27	5.15	24.0	1086	29.3
11.10.-94	10:35	3.39	0.97	4.36	23.8	1044	30.3
11.10.-94	11:35	7.36	1.41	8.77	23.8	1014	28.9
11.10.-94	13:00	4.72	1.27	5.99	23.8	1058	29.2
11.10.-94	15:35	7.75	1.49	9.24	24.3	1079	27.9
12.10.-94	08:45	7.44	1.44	8.88	26.1	1085	28.0
12.10.-94	09:10	7.42	1.51	8.93	25.3	1084	28.0
12.10.-94	13:05	8.08	1.49	9.58	28.7	1111	30.0
11.11.94	08:10	3.42	1.02	4.44	30.9	1160	26.2
11.11.94	09:10	2.29	1.06	3.35	29.9	1133	26.4
11.11.94	10:05	3.44	1.22	4.66	30.8	1168	27.1
11.11.94	12:50	3.00	1.06	4.06	32.0	1140	26.9
11.11.94	13:15	2.80	1.12	3.92	31.3	1130	27.7
11.11.94	13:55	3.83	1.23	5.06	31.9	1154	26.8
11.11.94	14:15	1.94	0.91	2.84	28.5	1140	28.3
11.11.94	15:05	2.99	1.10	4.09	32.5	1170	27.4
11.11.94	15:30	4.96	1.35	6.31	33.2	1146	26.7
02.11.94	15:40	10.10	2.07	12.17	34.8	1253	25.6
03.11.94	08:50	3.82	1.06	4.88	25.8	1098	26.3
03.11.94	09:20	3.57	0.90	4.48	25.2	1069	28.7
03.11.94	09:40	4.22	1.03	5.25	25.5	1085	28.1
03.11.94	10:50	4.02	1.02	5.04	26.4	1091	25.9
03.11.94	11:15	4.45	0.89	5.34	26.8	1095	25.5
03.11.94	11:45	3.07	0.72	3.79	27.3	1122	25.9
03.11.94	12:40	2.05	0.50	2.55	23.2	1015	27.5
03.11.94	13:15	0.41	0.23	0.64	22.9	1042	27.2
03.11.94	13:45	0.82	0.22	1.04	23.1	1049	27.6

Liite 3. Rejektiosuudet ja kappaluvut koeajojaksoilta. *Sivu 5/5.*

03.11.94	14:15	1.90	0.41	2.31	23.1	1036	26.2
03.11.94	15:30	5.63	0.93	6.56	26.3	1099	26.7
04.11.94	10:15	3.39	0.79	4.17	26.3	1088	26.0

LUKUSAZAKAL

~~TEKNILLINEN KORKEAKOULU
Puunjalostustekniikan laitos
Kirjasto~~